E&A

BAND XXX HEFT 2 NOVEMBER 1943

30 NOV 1945
Em. 270

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON
K. ESCHERICH
Dr. med. et phil., Dr. Dr. h. c., o. ö. Professor em. an der Universität München

MIT 65 ABBILDUNGEN

BERLIN
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY

Z. ang. Ent. Bd. XXX Heft 2 S. 163—316 Bln. 1943

Inhalt

Originalaufsätze

Über die Lebensweise der *Lyda stellata* als Grundlage einer Bekämpfung. Von Dr. Heinrich Härdtl (Mit 15 Abbildungen) 163

Zur Lebensweise der kleinen Fichtenblattwespe *Lygaeonematus abietum* Htg. (= *Lyg. pini* Retz.) in verschiedenen Bestandsformen des Forstamtes Eichwald, Ostpreußen. Von Dr. rer. nat. Otto-Friedrich Niklas. (Mit 8 Abbildungen) 224

Über das Auftreten von *Tortrix viridana* L. im Gebiet der Pollauer Berge und die Parasiten und Räuber dieses Schädlings. Von Else Jahn. (Mit 8 Abbildungen) 252

Beobachtungen und experimentelle Untersuchungen zur Kenntnis des Mulmbockkäfers (*Ergates faber* L.). Von Günther Becker. (Mit 15 Abbildungen) . . 263

Richtlinien zur Zucht von Termiten. Von Karl Gösswald. (Mit 19 Abbildungen) 297

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt je Bogen 32.— RM., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert. Jeder Mitarbeiter erhält von seinem Beitrag unberechnet 30 Sonderabdrucke, bei Doktorarbeiten 50.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band zu 4 Heften im Gesamtumfang von etwa 40 Bogen zum Preise von i. Sa. etwa 52.— RM. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

Abonnementspreis dieses Heftes 14,80 RM Einzelpreis 16,40 RM

Originalaufsätze

Über die Lebensweise der Lyda stellata als Grundlage einer Bekämpfung

Von Dr. Heinrich Härdtl

Mit 15 Abbildungen

Inhaltsübersicht

A. Zur Geschichte des Massenauftretens der *Lyda stellata* 164
1. Kurzer Hinweis auf die Benennung der *Lyda* und ihre Stellung im System. 165
2. Verbreitung der *Lyda* in Mitteleuropa 166
3. Massenauftreten der *Lyda* in zwei Revieren Böhmens und Sachsens, die verursachten Schäden und die Versuche zur Bekämpfung 168
B. Die morphologische Beschreibung der einzelnen Entwicklungsstufen der *Lyda* und deren Lebensweisen im Hinblick auf eine Bekämpfung 178
1. Das Ei und die Eiablage 178
2. Die Afterraupe und ihr Fraß 181
3. Die Larve (Bodenlarve) 197
4. Die Puppe. 201
5. Die Lebensweise der Imago. 202
C. Die Ausbreitung der *Lyda* im Waldgebiet 204
D. Der Holzzuwachs der von *Lyda* befallenen Kiefern 206
E. Die natürlichen Feinde der *Lyda* 207
F. Kurze Besprechung der Ergebnisse unter Berücksichtigung einer Bekämpfung . 213

Vorbemerkung

Seit vielen Jahren ist in dem Gebiet nordwestlich des Schneeberges bei Tetschen-Bodenbach (Sudetenland) in den Revieren Schneeberg, Tyssa, Markersbach und Reichstein die *Lyda stellata* heimisch. In diesen, mehrere tausend Hektar, zumeist aus Kiefern bestehenden Waldungen treten durch dieses Insekt verschieden starke und umfangreiche Fraßschäden auf. Man sieht in Stangen- und Altholzbeständen sehr licht gefressene Kiefernkronen, aber man beobachtet nicht selten auch kahl gefressene Kiefern verschiedenen Alters (Abb. 1). Ein solcher Wald besitzt nur beschränkten oder gar keinen Zuwachs. Einen Eindruck über die Verwüstungen in diesem Waldgebiet vermittelt auch ein Blick auf einen Teil dieses Gebietes (Abb. 2). Die lichtgefressenen Kiefernkronen heben sich deutlich gegenüber den erhaltenen und unbeschädigten Fichtenkronen ab.

Bei dem großen Befallsgebiet muß sich der schon seit Jahren bestehende geschwächte Zuwachs oder gar Ausfall bemerkbar machen. Der

Abb. 1. Kahlfraß durch *Lyda stellata*. Neben den Fichten stehen kahlgefressene Kiefern. Revier Tyssa. 1935

Befall verursacht eine Schmälerung unserer Holzerzeugung. In Erkenntnis dieses Verlustes wurde eine Bekämpfung mit Fraßgiften durchgeführt, blieb aber mehr oder weniger erfolglos. Um nun die Grundlage für eine Bekämpfung dieses so hartnäckigen Schädlings zu finden, entschloß ich mich zur Bearbeitung einiger besonderer Fragen, die unsere Kenntnis der Lebensweise der Blattwespe erweitern sollen.

Bereits im Jahre 1935 hatte ich Gelegenheit, mehrere Male dieses Schadensgebiet zu besuchen und die ersten Beobachtungen zu sammeln. Eine Bearbeitung der *Lyda*-Frage wurde erst möglich, als nach dem Anschluß des Sudetenlandes ans Reich mir in großzügiger Weise vom Forschungsdienst Mittel zur Durchführung der Arbeit bewilligt wurden. Ich gestatte mir insbesondere Herrn Professor Dr. KONRAD MEYER für die Unterstützung meiner Arbeit aufrichtig zu danken. Bei den experimentellen Arbeiten unterstützte mich im Jahre 1940 während des Frühjahrs und Sommers Herr Ing. FRIEDRICH SCHARF.

A. Zur Geschichte des Massenauftretens der *Lyda stellata* in den Revieren Tyssa und Markersbach

Das Massenauftreten eines Lebewesens wird zumeist durch eine irgendwie eingeleitete Änderung der Umweltsbedingungen hervorgerufen (vgl. SCHWERDTFEGER 1941). Viele Forscher suchen Zusammenhänge mit der Witterung. Ebenso wichtig und maßgeblich aber erscheinen mir biologische Vorgänge, die durch das Zusammenleben mehrerer Lebewesen bedingt sind. In unserem Falle und in unserem alten Kulturland denkt man vor allem an die einseitig bevorzugte Entwicklung der Pflanzen, die eine artmäßige, insbesondere

aber mengenmäßig einseitige Zusammensetzung der Tierwelt zur Folge hatte. Die Ermittlung der auslösenden Ursache stößt häufig auf große Schwierigkeiten, da man wie immer bei starkem Schädlingsbefall, erst bei Eintritt der Kalamität auf die Gleichgewichtsstörungen in der Natur aufmerksam wird. Anhaltspunkte für die vermutete Ursache lassen sich in der geschichtlichen Entwicklung des Befalls manchmal erbringen, insbesondere dann, wenn von früher Analysen der Fauna und Flora vorhanden sind. Für unser Schadensgebiet läßt sich nur anführen, daß seit Jahrzehnten ein künstlicher Kiefernwald besteht, jedoch eine systematische Untersuchung der Fauna und Flora fehlt.

Die geschichtliche Darstellung der *Lyda*-Kalamität in unserem Gebiet veranschaulicht die Ausbreitungsweise und Hartnäckigkeit des Schädlings. Auch in früheren Jahren gab es Großschäden durch *Lyda*, deren Ermittlung aber infolge oft ungenauer Bezeichnung der *Lyda* schwierig ist. Ebenso erscheint ein Eingehen auf die Verbreitung der *Lyda* in Mitteleuropa zweckmäßig, um gegebenenfalls ihr Vorkommen im ungestörten Lebensraum, das ist mit ihren natürlichen Feinden, kennen zu lernen.

1. Kurzer Hinweis auf die Benennung der Blattwespe im Schrifttum

Auf die verschiedenen deutschen Bezeichnungen wie Große Kiefernblattwespe, Bunte Kothsack-Gespinstblattwespe, Kieferngespinstblattwespe usw. soll hier nicht näher eingegangen werden. Der wissenschaftliche Name dieses Insektes wurde mehrmals geändert. Von Ratzeburg (1850) wird diese Blattwespe als *Tenthredo pratensis* beschrieben. Den Gattungsnamen *Tenthredo* löst bald die Bezeichnung *Lyda* ab, der von Fabrizius

Abb. 2. Durch *Lyda* befallener Kiefernbestand (Abt. Nr. 13) untermischt mit Fichten. Die Kiefern erscheinen hell, da durch den starken Fraß die Äste und Zweige stark hervortreten. Die unbeschädigten Fichten sind infolge der dichten Belaubung dunkel. An den Kiefern besteht vorwiegend die Fraßform II bis III (siehe Text). Revier Tyssa. September 1940

stammt und in RATZEBURGS „Waldverderber und ihre Feinde" (1876) finden wir neben der Bezeichnung *Lyda pratensis* auch den Namen *Lyda stellata Christ.*[1]). Als Artbezeichnung findet sich auch *pinivora* (Ensl.). Die ältere Bezeichnung *stellata* hat sich bis in die jüngste Zeit hinein erhalten; auch der Familienname *Lydidae* (Schm.) wird neben der neuen Benennung *Pamphiliidae* (Snodgr.) in den neuesten Werken geführt (vgl. WEBER 1938). Die Bezeichnung der Unterfamilie als *Lydinae* stammt von KIRBY. Auf Grund der Arbeiten von COSTA machte auch der Gattungsbegriff eine Änderung von *Lyda* zu *Acantholyda* durch (SCHMIEDEKNECHT[2]) 1930). Aus terminologischen Gründen muß jedoch der Name *Lyda stellata* Christ. (*pratensis* F.) bleiben. Als deutsche Bezeichnung findet man zumeist Kiefernbestands-Gespinstblattwespe.

2. Die Verbreitung der Blattwespe in Mitteleuropa

Allgemein kann dem Schrifttum entnommen werden, daß *Lyda stellata* Christ. häufig in Mittel- und Nordeuropa verbreitet ist. Sie bildet in diesem Gebiet verschiedenerorts in Kiefernwaldungen Fraßherde und wird dadurch schädlich.

Einige größere Schadensgebiete erwähnt ALTUM (1899). Das erste Massenauftreten wird 1821 in Muskau (Reg.-Bez. Liegnitz) verzeichnet; der Fraß währte bis 1829. Um 1880 wurde ein stärkerer Schaden durch die *Lyda* im Regierungsbezirk Frankfurt a. d. Oder, mit schätzungsweise 100 ha völlig vernichteter Fläche, sowie Merseburg und Stettin beobachtet. Über die Kalamität im Regierungsbezirk Frankfurt wurde dem Ministerium am 8. Dezember 1898 ein ausführlicher Bericht über den 16 und 10 Jahre währenden Fraßschaden und die durchgeführten Bekämpfungsmaßnahmen abgegeben (siehe ESCHERICH, Forstinsekten V, S. 44).

Auch in Böhmen und Mähren kam *Lyda stellata* bereits in früheren Jahrzehnten als Schädling vor. Bei unseren Nachforschungen ergab sich, daß die alten Angaben im Schrifttum nicht immer die genaue Kennzeichnung unserer Blattwespe ermöglichten, denn es wurden meist ungenaue deutsche Namen angeführt. Wir beschränken uns daher nur auf jene Fälle, wo es sich mit Sicherheit um *Lyda stellata* handelt.

So fielen der Kiefernblattwespe in den Revieren Chyby und Illownitz des Kitschitzer Waldes in den 60iger Jahren 120 Joch[3]) zum Opfer. Damals wurde als Bekämpfungsmaßnahme folgendes versucht: Teerringe an den Stämmen, Schweineeintrieb, Absammeln der Raupen im Juli (in 20 Tagen 2 Millionen Stück), Fliegenklatsche gegen Imagines. Die Teerringe wurden von der *Lyda* gemieden. 1879 trat die *Lyda* neuerdings auf und verursachte Schaden. Im Jahre 1861 kam *Lyda pratensis* mit *Lophyrus* (*Tenthredo*) *pini* in den Bielitzer Forsten des Zabějeger Reviers in ebener feuchter Lage vor. Dabei wurden vor allem 35—40 jährige Kiefern zum Absterben gebracht. Als Gegenmaßnahmen dienten: Abklopfen, Schweineeintrieb, Abklauben, Schonung insektenfressender Vögel. Als vor-

[1]) Vgl. die Arbeit von ALTUM (1899).

[2]) Die frühere Auflage dieses Werkes vom Jahre 1907 führt noch den Namen *Lyda* (F.).

[3]) 1 Joch sind 0,575 ha, mithin 69 ha.

beugende Maßnahmen wurden empfohlen: Erziehung gemischter Bestände und Vermeidung von Kiefernanzucht auf nicht passenden Böden. 1862 beschäftigte sich die Versammlung des schlesischen Forstvereins mit den beträchtlichen Verheerungen der Pleß'schen Forste durch *Tenthredo* (*Lyda pratensis*). Dabei wären besonders 80—100jährige Kiefern infolge des Fraßes abgestorben. 1886 erlebte die Gemeinde Gurein (Brünn) einen Befall ihrer Forste durch *Tenthredo pratensis* (*Lyda st.*) und *T. campestris*. Die Kalamität erlosch jedoch bald. Von 1891 bis 1895 wurden die Wälder von Rattay in Böhmen und Schwarzkosteletz von Lyden heimgesucht. Damals fiel die geringe Zahl von Männchen auf (auf 100 Weibchen kamen 3 Männchen). Seit 1897 war ein allgemeiner Rückgang zu bemerken.

In jüngster Zeit wurden aus dem Altreich Schäden von *Lyda stellata* aus Arzberg in Oberfranken aus dem Jahre 1921 (Scheidter 1926) festgestellt; seit einigen Jahren aber ist sie hier bereits nahezu verschwunden. Das Befallsgebiet umfaßte rund 300—400 ha Waldung. Ferner trat die *Lyda* in dem Gubener Stadtforst im Jahre 1925 auf. Im Gebiet von Rehau (Fichtelgebirge) wurde sie ebenfalls in größerer Menge als Schädling beobachtet; ferner kam sie bis in die letzten Jahre in den Sächsischen Staatsforsten Markersbach und Reichstein vor. Seit 1938 hat nun die Organisation des forstlichen Meldedienstes in Sachsen die *Lyda stellata Christ.* unter die meldepflichtigen Forstschädlinge des Landes eingereiht.

Die niederländischen Forste wurden in den Jahren 1818 und 1819 von der *Lyda stellata* heimgesucht, die damals mit der Eule zusammen auftrat. Derzeit ist hier kein Auftreten bekannt. Vereinzelt kam nach Sajó (1898) die *Lyda stellata* auch in Mittelungarn (Gebiet von Budapest), vor.

Im Generalgouvernement tritt die *Lyda* im Distrikt Krakau in den Oberförstereien Niepolomice, Damienice und Kressendorf auf und befiel rund 2000 ha Waldfläche. Im Distrikt Lublin wurde *Lyda* nur vereinzelt in der Oberförsterei Krynszczak bei Luków festgestellt.

Die *Lyda* kann sich lange Zeit hindurch in belangloser Zahl in den Wäldern erhalten. Zufolge einer Mitteilung von Escherich, fand sie sich im Bialowieser Urwald ganz vereinzelt. Desgleichen kommt sie in Mitteleuropa verstreut vor, und man weiß nicht, warum sie an manchen Stellen plötzlich ausgedehnte Fraßherde bildet. In ehemaligen Schadensgebieten, wie z. B. in Arzberg, erhält sie sich in ganz verschwindender Anzahl.

Da eine Erfassung aller *Lyda*-Schadgebiete, auch der kleinen Herde nicht möglich war, so verdient doch hervorgehoben zu werden, daß das Auftreten der *Lyda stellata* an verschiedenen Orten zeitlich zusammenfiel. Da nun die Bodenverhältnisse in den befallenen Kiefernwaldungen keineswegs gleichartig sein können, so berechtigt dieses Zusammenfallen des Massenauftretens zur Annahme, daß allgemein klimatische Einwirkungen zusammen mit einer besonderen örtlichen Eigenart als auslösende Ursache für ein Massenauftreten angesehen werden können.

An zwei Beispielen wird die Entstehung und der Verlauf eines *Lyda*-Befalls sowie dessen Bekämpfungsversuch beschrieben. Etwas näher wurde auch auf das Fraßgebiet selbst eingegangen, damit eine Vergleichsmöglichkeit mit anderen Schadgebieten gegeben ist.

3. Massenauftreten der Blattwespe in zwei Revieren in Böhmen und Sachsen, die verursachten Schäden und Versuche zur Bekämpfung

In zwei aneinander grenzenden Revieren in Böhmen (Sudetenland) und Sachsen treten seit mehreren Jahren die Blattwespen in größeren Mengen auf und verursachen weitgehende Schäden. Aus mehrerlei Gründen erscheint es zweckmäßig, eine Schilderung der Entstehung und des Verlaufes des Blattwespenbefalls in diesem Waldgebiet zu geben. Eine Trennung nach den Revieren erfolgte aus äußeren Gründen. Beide Reviere haben eine längere gemeinsame Grenze und auch ausgesprochene Schadgebiete grenzen aneinander, aber die Verwaltung und damit die im Laufe der Zeit ergriffenen Maßnahmen sind recht unterschiedlich, so daß die getrennte Darstellung gerechtfertigt ist.

Aus der zeitlichen Darstellung des *Lyda*-Befalls sollen nicht nur die Umwelt des sich daselbst hartnäckig eingenisteten Waldfeindes erkannt, sondern vor allem auch die verschiedentlich beschrittenen Wege zur Bekämpfung ersichtlich werden, um für die Zukunft geeignetere Maßnahmen zu finden und Zeit, Arbeit und Material zu sparen.

a) Entstehung und Verlauf der *Lyda*-Kalamität auf der Thun-Hohenstein'schen Forstdomäne Bodenbach

Die Thun-Hohenstein'sche Forstdomäne liegt nordwestlich der Städte Tetschen-Bodenbach und umfaßt vor allem das Gebiet um den Hohen Schneeberg (721 m) mit den Revieren Schneeberg, Maxdorf und Tyssa. Geologisch ist dieses Gebiet gekennzeichnet durch seine Mergel und Sandsteine. Ausführliche Schilderungen der verschiedenen Schichten findet man in den Werken von HIBSCH. Zur näheren Kennzeichnung der Lage und Ausdehnung dieses Gebietes verweise ich auf die beiliegende Karte, in der auch alle die notwendigen Angaben der verschiedenen Jagen vermerkt sind (Abb. 3).

In den Heimatkunden dieses Gebietes wurde unter den forstschädlichen Insekten bisher niemals die Blattwespe genannt, noch je von einem größeren Schaden in den Wäldern durch dieses Insekt berichtet. Nach den Angaben des Forstpersonals wurden Kieferngespinstblattwespen in diesem Gebiet und im besondern in der Thun-Hohenstein'schen Forstdomäne[1]) erstmalig in den Jahren 1921 und 1922 bemerkt[2]), und zwar

[1]) Die Angaben entstammen den von der Domäne zur Einsicht überlassenen Revierberichten und einer Chronik des Revieres Tyssa. Herrn Forstmeister Ing. HOFFMANN spreche ich für seine mündlichen Mitteilungen und sein großen Entgegenkommen bei der Arbeit meinen Dank aus.

[2]) In diesen Jahren war ein Masssenvorkommen im Gebiet von Arzberg aufgetreten.

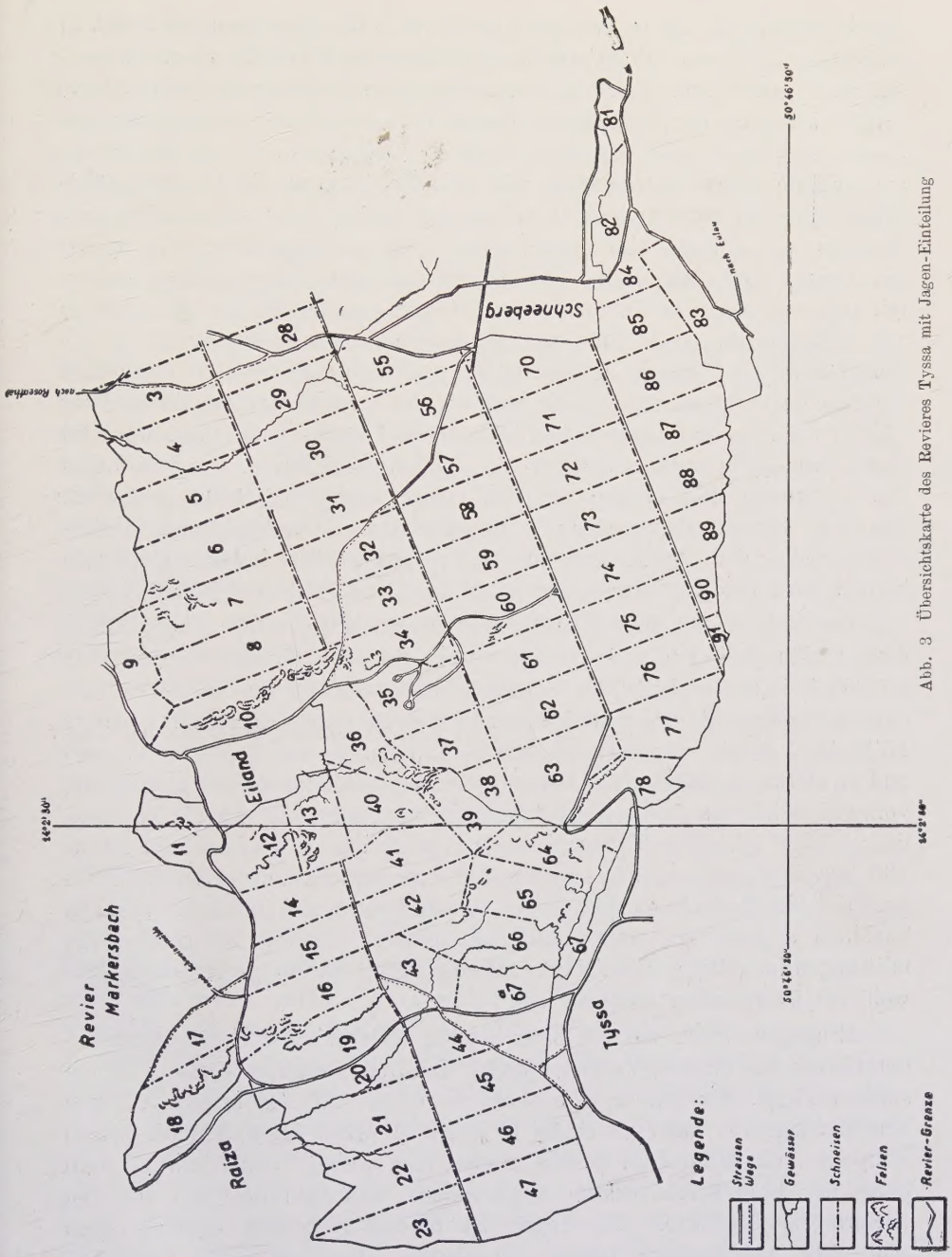


Abb. 3 Übersichtskarte des Revieres Tyssa mit Jagen-Einteilung

im Jagen 41 des Tyssaer Revieres. Da die Zahl der Wespen gering war und auch keine Schadwirkungen fühlbar wurden, blieb der Schädling bis zum Jahre 1929 unbeachtet. In diesem Jahre trat unerwartet ein so

starker Befall auf, daß er Besorgnis hervorrief. Die Population im Jagen 41 hatte sich in diesen Jahren der Vorbereitung zur Keimzelle eines Massenauftretens entwickelt. Schon im darauffolgenden Frühjahr des Jahres 1930 zeigte sich auch der benachbarte Jagen 14 befallen, der damals, wie der Jagen 41 einen 40—50jährigen reinen Kiefernbestand aufwies. Die angegriffene Fläche betrug jetzt, wie eine Meldung an die Bezirksbehörde besagt, 60—80 ha. Außerdem tat die in diesem Jahr stark auftretende Forleule ein übriges, die Fraßschäden noch zu vergrößern. In dieser schwierigen Lage nahm das Thun-Hohenstein'sche Forstamt Beziehungen mit dem angrenzenden Markersbacher Forstamt zum Zwecke des Austausches von Erfahrungen auf. Auch mit wissenschaftlichen Instituten nahm die Forstverwaltung Fühlung und sowohl das zoologische Institut der forstlichen Hochschule in Tharandt, wie die tschechoslowakische Hochschule in Prag stellten bei *Panolis*-Raupen erfreulich starken Parasitenbefall fest, während Larven von *Lyda stellata* seuchen- und parasitenfrei waren. Im Juli dieses Jahres wurden 483 Larven auf den Quadratmeter im Boden gefunden. Das war bedeutend weniger als bei der zuvor durchgeführten Untersuchung, bei der 260 Larven auf $^1/_4$ m² festgestellt wurden. Es wurde hierbei wohl eine außerordentlich dicht befallene Stelle untersucht.

Im Frühjahr des Jahres 1931 wurde kein Absterben der Kiefern nach dem vorjährigen Fraße festgestellt. Die frischen Triebe blieben zum größten Teil unversehrt. Die Forstverwaltung, welche die Fraßherde nun dauernd beobachtete, führte die ersten Probegrabungen dieses Jahres bereits Mitte April durch. Diese ergaben 260—280 Larven auf den Quadratmeter und im stärkst befallenen Teil 656 auf den Quadratmeter und 96 Hüllen, die voraussichtlich von eben geschlüpften Imagines stammten. Da die Entwicklung infolge günstiger Witterung rasch vor sich ging, wurden bald 80 bis 100 Imagines am Stamm bis zu 3 m Höhe gezählt. An der gleichen Stelle fand sich die Forleule zu 25 Stück je Quadratmeter und sämtlich teils von Tachinen angestochen, teils von Pilzen infiziert. Auf Grund solcher Ermittlungen im zeitigen Frühjahr konnte die Forstverwaltung die Eulengefahr wohl als überwunden ansehen.

Hingegen mußte, was die *Lyda* betrifft, in der kommenden Vegetationsperiode mit den größten Verlusten durch Kahlfraß gerechnet werden. Einem starken Fluge, der seinen Höhepunkt vom 20.—23. Mai erreichte, folgte eine Eiablage von mehr als einem Ei je Nadel. Bald schlüpften die ersten Räupchen, die Mitte Juni bereits 1,5 cm lang waren. Schon am 17. Juni hatte der Fraß solche Stärke angenommen, daß man den Kot von den Kiefern rieseln hörte. Grabungen zu diesem Zeitpunkt ergaben noch 300—400 unveränderte Larven im Boden. Im Juli mußte die Domäne bereits einen Kahlfraß von rund 70—80 ha dem Centralausschuß der freien forstwirtschaftlichen Vereinigungen in Prag melden. Die Jagen 12, 13, 15 und teilweise auch 11 wurden neu befallen.

Was die chemische Bekämpfung betrifft, wurde 1931 auf einer Fläche von 0,6 ha eine Probebestäubung Kalziumarsenat durchgeführt, welche die Vernichtung der Mehrzahl der Larven zur Folge hatte. Weiter wurde eine Probespritzung mit Benzin in Abteilung 14 durchgeführt. Die am Stamm sitzenden Blattwespen wurden durch Berührung mit Benzin sofort getötet und fielen zur Erde. Man bediente sich bei der Spritzung einer Obstbaumspritze und verbrauchte rund 0,25—0,30 l je Stamm. Es fand auch eine Arsenbestäubung dadurch statt, daß bei einer Bestäubung in den angrenzenden Jagen der sächsischen Staatsforsten der Wind den Staub in das hiesige Gebiet trug.

Mit den schlimmsten Befürchtungen ging die Forstverwaltung in das Jahr 1932. War es doch vorauszusehen, daß die bereits recht schütteren Kiefernbestände der Jagen 11, 12, 13, 14 und 15 weitere Fraßschäden nicht vertragen würden und ein totaler Kahlfraß unabwendbar sei. Außerdem hatte sich bei Probezählungen der Larven im Boden herausgestellt, daß die Probebestäubung des Vorjahres keine auffällige Verminderung der Bodenlarven gebracht zu haben schien. Eine nähere Erklärung kann mangels systematischer Untersuchungen nicht gegeben werden. Tatsächlich wurde festgestellt, daß 655 Individuen auf der bestäubten Fläche einer Zahl von 1163, 688 und 418 Individuen auf den unbestäubten Versuchsflächen gegenüberstand. Eine Bestätigung dieser Ergebnisse enthält eine Meldung der Revierverwaltung von Mitte Juli, die besagt, daß der Fraß in den bestäubten Gebieten der Abteilung 11 sehr stark ist und sich auch keine kränkelnden Raupen zeigen. Dagegen wurden 1932 zum erstenmal in der zuerst befallenen Abteilung 41 kranke Larven gefunden, die meist am Rücken lagen und ganze Netze spannen. In den übrigen Jagen nahm der Fraß ungeschwächt seinen Weitergang. Offensichtlich kranke Larven fanden sich nur ganz vereinzelt. Während der Flugzeit erschienen die Stämme mit *Lyda* förmlich übersät. Man zählte 200—300 Imagines je Stamm. Bei schönem Wetter waren die Tiere bestrebt, die Kronen zu erreichen, während sie bei Regentagen in den Borkenritzen saßen. Probezählungen ergaben mehr Männchen als Weibchen. In dieser Zeit fand die Begattung statt. Wiederum wurde an vielen Nadeln mehr als ein Ei abgelegt. Der in den schon schütteren Beständen der Abteilung 13, 14 und 41 befürchtete Kahlfraß trat im Umfange von 15 ha Mitte Juli 1932 dadurch ein, daß bei dem Massenauftreten auch die neugebildeten jungen Nadeln als Nahrung aufgenommen wurden. Am stärksten zeigten sich die Jagen 11, 12, 13, 14, 15 und 41 mit rund 60 ha befallen. Der Fraßschaden erweiterte sich in diesem Jahre noch um die Abteilungen 16, 19 und 42 mit rund 50 ha. Gegen Ende des Jahres wurde das Befallsgebiet mit 130 ha angegeben. Ein Teil des Gebietes wurde lichtgestellt, der Bestand zu 50% geschlagen und mit Fichte unterbaut. Auf eine chemische Bekämpfung wurde verzichtet, einmal aus Mangel der hierzu nötigen Mittel und sodann waren auch die Erfahrungen

der chemischen Bekämpfung in den angrenzenden sächsischen Staatsforsten nicht die besten.

Ende Mai des Jahres 1933 flog die *Lyda* wieder stark und setzte ihr verderbliches Werk weiter fort. Bei Bodenuntersuchungen wurden diesmal 200—240 Larven auf den Quadratmeter gezählt. Dieser erfreulichen, wenn auch geringen Abnahme stand die andere betrübliche Feststellung gegenüber, daß die *Lyda* fast über alle Abteilungen des Revieres Tyssa verbreitet war. Die Eiablage fand diesmal sogar auf Kiefernkulturen statt.

Obwohl dürres Holz beseitigt wurde und die befallenen Abteilungen eine gute Pflege genossen, so zeigten sich doch im Jahre 1934 bezeichnende sekundäre Erscheinungen. Der gemeine und auch der kleine Waldgärtner (*Blastophagus piniperda* Lin. und *Bl. minor Hartig*) traten so stark auf, daß fast jeder zweite Stamm von ihnen befallen war. Außerdem wurden Bockkäfer, Buchdrucker (*Ips typographus Lin.*) beobachtet. Wenn irgendwo Schlupfwespen im Revier auftraten, so schwärmten diese um die Fichten, da sich dort *Lophyrus* bemerkbar machte. Die *Lyda*-Larven hingegen waren wiederum gesund und dehnten ihren Fraß in diesem Jahre auf die Abteilungen 17 und 18 aus, wo auch Althölzer eingingen. Der stetig fortschreitende Kahlfraß hatte 1934 eine Fläche von 136 ha so beschädigt, daß eine Abholzung größerer Partien (nicht hiebsreifer Bestände) notwendig geworden war. Das vom Waldgärtner befallene Holz wurde auf Anordnung der Domäne entrindet und diese Rinde unter der persönlichen Aufsicht des Forstschutzpersonals verbrannt. Bei dieser Gelegenheit wurde eine Altersermittlung des Kahl- und Teilfraßgebietes vorgenommen:

Abteilung	11c	. .	54—64jähr.	Bestand		Abteilung	17e	. .	34—44jähr.	Bestand	
„	13c	. .	34—44	„	„	„	19l	. .	53—63	„	„
„	14a	. .	43—53	„	„	„	41a	. .	53—63	„	„
„	14c	. .	58—63	„	„	„	42a	. .	18—28	„	„
„	15f	. .	38	„	„	„	42b	. .	53	„	„
„	15c	. .	28	„	„	„	42e	. .	43	„	„
„	17d	. .	24	„	„	„	65a	. .	33	„	„

Aus den Altersangaben ist ersichtlich, daß alle Bestände weit unter ihrem Haubarkeitsalter lagen. Insgesamt war es im Jahre 1934 eine Holzmasse von 500 m³, die in den Abteilungen 11e, 13c, 14a, 14c, 15f und e, 17e und d, 19l, 41a, 42a, h und e und 65a geschlagen wurde.

Im Jahre 1935 hatte die Kahlfläche ungefähr 50 ha erreicht und die Abräumung der abgestorbenen Hölzer war aus forstpolizeilichen Gründen recht dringlich geworden. Es wurde daher die Schlägerung des vorhergegangenen Jahres mit allen verfügbaren Kräften fortgesetzt, wofür die Behörde das Ausmaß von 1500 m³ Derbholz über den Etat des Jahres bewilligte. Die Domäne mußte nun auch an die Wiederaufforstung gehen. So wurde zunächst in Abteilung 41 des Fraßgebietes Fichtensamen ausgesät. Auch die Stockflächen aller anderen Abteilungen waren gleich mit Fichten-

samen besät worden, um möglichst bald viele Pflanzen zu bekommen. In den Abteilungen 66, 78, 62, 44 und 22 standen bereits schöne 2jährige Fichtenpflanzen. Weiter säte man auf den Fraßflächen Robinie und Lupine aus, während im Pflanzgarten in diesem Jahre mit der Saat der Weymouthskiefer begonnen wurde. Die Errichtung kleiner fliegender Pflanzgärten auf den Stockrodeflächen erwies sich als sehr vorteilhaft.

Wie es außerhalb dieses Gebietes im Revier aussah, darüber gibt uns ein Protokoll Aufschluß, das auf Grund einer Besichtigung durch die Bezirksbehörde verfaßt wurde. Es stammt aus dem September 1935 und enthält folgende Aufstellung der betroffenen Jagen: 11c, e, f, f_1; 12g, h; 13i, k; 14a, b, f; 40n; 41a, a_1, k, i, i_1; 42h; 15f, c; 16i, n; 17e; 18a; 39i, f, g, h, a; 38e, d, p, b, a; 41g; 42e, a. Weiter wurde bei dieser Lokalerhebung festgestellt, daß in den vorjährig bereits stark durchfressenen Kiefernbeständen der Abteilungen 12h, g; 13i, k; 14a, b, f; 40n; 41a, k, a_1, i, i_1, und zwar auf einer Fläche von rund 42 ha im Jahre 1935 Kahlfraß eintrat. Es wurde daher in diesen Abteilungen 650 fm Derbholz entnommen. Weitere 400 fm ergaben sich durch Entnahme sporadisch kahl gefressener Stämme aus den Beständen der Jagen 11c, f, f_1; 15f, c; 16i, n; 17e; 18a; 38d, b, a; 39i, f, g, h, a; 41g; 42a, e. Als Bekämpfungsmaßnahme empfahl damals die Bezirksbehörde Umhacken des Bodens im Spätherbst, sowie Bestäubung mit Kontaktgiften im Monat Juni.

Im Jahre 1936 wurde weiter Dürrholz herausgenommen. Auch führte man Trockenastung durch. Eine gelegentlich gemachte Bodenprobe ergab 150—160 Larven auf den Quadratmeter. Bemerkenswerterweise beschränkte sich im Jahre 1936 der Fraß auf die Abteilungen 42 und 16. An diesem letztgenannten Jagen war jedoch deutlich zu erkennen, daß er dem Kahlfraß entgegenging. Eine erfreuliche Erscheinung dieses Jahres war das massenhafte Auftreten von Staren im Fraßgebiet. Sie flogen zu Hunderten die kranken Bestände an und fraßen sehr emsig 14 Tage hindurch, so daß sicherlich eine große Menge der Schädlinge vernichtet wurde.

1937 hatte die Revierverwaltung bereits solche Fortschritte in der Wiederaufforstung gemacht, daß die Abteilungen 12, 13, 14 und 41 wieder angepflanzt werden konnten. Die Abteilungen 11 und 42 wurden aufgehackt, um den Boden für den voraussichtlich reich abfallenden Samen der Kiefern vorzubereiten. Dabei gefundene Larven waren stets gesund. Leider blieben in diesem Jahre die Stare gänzlich aus. Das Hauptfraßgebiet 1937 waren die Abteilungen 11, 13, 16 und 42. Da wie ersichtlich die *Lyda*-Schäden nicht aufhörten, sondern sich jährlich vermehrten und auch weitere Kiefernbestände gefährdeten, trug die Bezirksbehörde der Domäne folgende Vertilgungsmaßnahmen auf: 1. die Rohhumusschicht zu verbrennen oder als Einstreu an Bauern abzugeben und 2. den Boden nachher zu roden, womöglich mit einer Motorfräse, und Ätzkalk beizugeben. Diese Maßnahmen wurden jedoch nicht durchgeführt.

1938 zeigte sich die *Lyda stellata* zum ersten Male im Revier Schneeberg. Sie war hier in Bestände eingedrungen, die nur wenig Kiefer enthalten. Die Fraßstetigkeit machte sich durch Lichtwerden der Kronen bemerkbar. Um der *Lyda* nun wirkungsvoll zu begegnen, entschloß sich die Domäne, versuchsweise 8 Wildschweine auszusetzen, die aber nach 9 Monaten wegen Beschädigung anliegender Felder abgeschossen wurden.

Am schwülen Himmelfahrtstag, im Mai 1939 schwärmte die *Lyda* nach Aussagen verschiedener Leute zum erstenmal stark im Schneeberger Revier. Dieses Revier grenzt unmittelbar an jenes von Tyssa an (vgl. Abb. 3). Sie trat unerwartet in solchen Mengen auf, daß sogar Menschen von ihr belästigt wurden, ähnlich wie es letzthin für die Fichtengespinstblattwespe von SCHWERDTFEGER (1941) berichtet wird.

Im Jagen 37 mußten einige Bäume wegen Kahlfraßes entfernt werden. Der erste Einschlag betrug 12 fm. Die befallene Fläche des Revieres umfaßte rund 20 ha[1]). In den zuerst befallenen Jagen des Revieres Tyssa hatte sich *Lyda* so verbreitet, daß nach Angaben des Forstpersonals im Jahre 1939 wohl keine Kiefer im Revier stand, die gänzlich vom *Lyda*-Fraß verschont geblieben wäre.

Im Jahre 1940 und 1941 kam es infolge der dauernd kühlen und regnerischen Witterung zu keinem auffälligen Flug der Imagines. Man bekam im Vergleich zu früheren Jahren fast keine Blattwespen zu sehen, wie auch das Forstpersonal mit Freude mitteilte. Das berechtigt aber keineswegs zu Hoffnungen für ein Verschwinden des Schädlings, da einmal die Imagines bei kühler Witterung sehr schwach fliegen und weiters im Erdreich aller Abteilungen noch eine ausgiebige Menge an Bodenlarven vorhanden war. Desgleichen fand man genügend Afterraupen in den Bäumen, so daß auch dieses Jahr für eine kommende Generation gesorgt war.

b) Entstehung und Verlauf des *Lyda*-Befalls in den Sächsischen Staatsforsten von Markersbach und Reichstein[2])

Die *Lyda* beschränkte sich nicht nur auf die Wälder der Thun-Hohenstein'schen Domäne, sondern hatte sich auch in den angrenzenden Revieren ausgebreitet. 1927 zeigte sie sich zum ersten Male im Markersbacher Revier und verursachte vereinzelt liegende Fraßstellen in den Abteilungen 61 und 70. Nennenswerter Schaden wurde nicht angerichtet. In den Jahren 1928 und 1929 wurde nichts beobachtet. Erst Mitte Juni 1930 bekamen die Randbäume des K-Weges ein kränkliches Aussehen und wurden in der Benadelung schütter. Bald darauf erschienen die befallenen Kiefern in ihren Kronen mißfarbig und einige sogar innerhalb

[1]) Befallen waren die Jagen 37e, m; 34e, g, i; 42i, i_1; 9f, f_1; durchwegs 75 bis 95jährige Bestände.

[2]) Die Angaben verdanke ich dem Entgegenkommen des Herrn Forstmeisters B. DITTRICH in Markersbach (Post Hellendorf).

des Bestandes kahlgefressen. Anfang Juli meldete die Försterei an die Amtshauptmannschaft Pirna einen „verheerenden Fraß“ von *Lyda stellata* und Kieferneule in den Abteilungen 60—62, 69, 70 und 74 mit einem Ausmaß von 25—30 ha (Kieferneule besonders in Abtg. 70 f). Die Eulenraupen wurden bei der Untersuchung in Tharandt schwer parasitiert befunden. Bei großer Hitze hatte der Fraß bereits anfangs Juli in zusammenhängenden 50—90jährigen Beständen der oben genannten Abteilungen ein bedenkliches Ausmaß angenommen. Es wurden daher in der Zeit vom 8.—13. Juli d. J. im Markersbacher Staatsforstrevier 42 ha Kiefernstangenhölzer und im angrenzenden Reichsteiner Revier 2—3 ha mit Kalziumarsenat (As_2O_5: 19,1%) bestäubt. Dabei wurden an Kalziumarsenat „Herzynia“ 2205 kg verbraucht[1]). Die Gesamtkosten der Bestäubung beliefen sich auf 2645.42 RM[2]), das sind 59.45 RM je Hektar. Es muß angenommen werden, daß die *Lyda* durch diese Bestäubung voll getroffen wurde, da sie sich erst Ende August bis September nach Angabe des Forstpersonals abspinnt. Dagegen wird in einem Schreiben vom 18. November diese Bestäubung als zu spät gekommen erklärt. Begründet wurde diese Ansicht durch Auffinden von Larven, die beim Aufhacken der Bodenstreu gefunden wurden[3]). Diese wurden bei der Untersuchung an der Hochschule in Tharandt gesund befunden.

Zur Überprüfung der Wirkung dieser Bestäubung wurden am 15. November 1930 mehrere Probezählungen der Larven im Boden durchgeführt. Bei den Grabungen lagen die Larven 10—12 cm tief im Boden. Es ergaben sich hierbei auf den Quadratmeter:

in Abteilung	61a	. . .	454 Stück	und 9 Tönnchen,	vermutlich von Tachinen
„ „	62i	. . .	217 „	„ 9 „	und 5 Puppen (von ?)
„ „	70e	. . .	210 „	„ 3 „	
„ „	74e	. . .	533 „	„ 3 „	
„ „	74e	. . .	600 „ (annähernd).		

[1]) Von dieser Menge wurden 105 kg (im Werte von 125,97 RM) im Revier Reichstein zur Bestäubung verwendet, alles übrige im Revier Markersbach.

[2]) Kostenberechnung:

2485 kg „Herzynia“-Kalkarsenat	1988,— RM
Fracht	129.70 „
Anfuhr	22,76 „
Waldarbeiterlöhne	126,96 „
Fuhrlöhne	74,— „
Transport leerer Behälter	10,— „
Betriebsstoff für den Verstäuber	34,75 „
An Borchers Monteure, Geräte usw.	483,25 „
	2869,42 RM
Abzüglich für 280 kg unverbrauchtes Arsenat . . .	224,— „
Kosten der 1. Bestäubung	2645,42 RM

[3]) Über die Richtigkeit der Begründung wird in der Beschreibung der Lebensweise dieses Schädlings noch eingegangen werden.

Infolge der unmerklichen Besserung der Lydaschädigung in den Revieren suchte die Firma Borchers ihre Erfahrungen in den schlesischen Revieren[1]) im kommenden Jahre hierorts zu verwenden.

Im Jahre 1931 trat die *Lyda* erneut in sehr bedrohlicher Weise auf. Am 6. Juni wurden Probefällungen durchgeführt, und es zeigten sich folgende Abteilungen befallen: 58, 61, 62, 70, 74; davon waren die Abteilungen 61, 62 und 70 sehr stark befallen. In Abteilung 62 wurden 420 Larven auf den Quadratmeter gefunden. In diesem Bericht wird hierzu vermerkt, daß zu dieser Zeit die Räupchen ausschlüpften. Insgesamt wurden in diesem Jahre 84,73 ha bestäubt und 29,59 ha in den Abteilungen 62 und 74 nach einem Regen nachbestäubt. Die Kosten dieser Bestäubung betrugen rund 3667 RM und im Reichsteiner Revier 900 RM, so daß sich die Gesamtkosten auf 4567 RM beliefen.

Da diese Bekämpfungen mit Fraßgiften keinen durchschlagenden Erfolg brachten, so wurde 1932 in den befallenen Jagen eine Wanderhühnerfarm eingesetzt[2]). Diese Bekämpfungsweise erwies sich als unwirtschaftlich[3]).

Im August des Jahres 1932 wurde noch eine zweite Möglichkeit einer Bekämpfung von Professor Dr. H. PRELL (Tharandt) versucht. Der hierbei verwandte Giftstoff „Polytanol" (Phosphorkalziumverbindung) entwickelt Phosphorwasserstoff, der eine Bodenvergasung bewirkt. Der Vorteil dieser Bekämpfung liegt darin, daß hierfür eine längere Zeit zur Verfügung steht als die kurze Fraßzeit. In den Abteilungen 61 und 62 wurde der Giftstoff in Erdlöcher gebracht. Nach Angaben des Forstpersonals brachte auch dieses teuere Bekämpfungsmittel keinen entsprechenden Erfolg[4]).

Der Fraß der Raupen war in diesem Jahre schwächer, aber Bodenproben ergaben immerhin noch die große Zahl von 300—400 gesunder Larven je Quadratmeter.

---

[1]) In den oberschlesischen Forsten wurde der *Lyda*-Fraß seit Jahren beobachtet. Das hier vorhandene Schwarzwild schien nach den Mitteilungen keine ausschlaggebende Herabsetzung der Larvenzahl zu bewirken. Es wurde weiter beobachtet, daß sich die *Lyda* in der vorherrschenden Windrichtung von SW nach NO vorschiebt. Aus diesem Grunde hat die Forstinspektion des Grafen Ballestrem eine Bestäubung in der Zeit vom 12.—20. Juni 1930 mit 20prozent. Kalziumarsenat in 30—130jährigen Kiefernbeständen in Plawniowitz in einem Ausmaß von 199,1 ha durchführen lassen (vgl. näheres BRAUNMÜHL 1930).

[2]) Aus wirtschaftlichen Gründen scheint es angebracht, einiges über diese Farm zu berichten: Die Hühner nahmen die Larven begierig auf, aber die Eilegetätigkeit ging zurück. Damit die Hühner an die Larven herankommen konnten, mußte die Bodendecke abgezogen werden. Dazu wurden 15 Mann Arbeitsfreiwillige eingesetzt. Sie begannen am 22. August 1932. Ferner kamen an Ausgaben noch hinzu: Bau einer Blockhütte (460 RM), 100 RM Zuschuß, Körnerfutter und 10 fm Stangenholz.

[3]) Die Eilegetätigkeit ging vermutlich infolge einseitiger Ernährung zurück. Deshalb sei erwähnt, daß sich bei Kiefernspannerbefall der Hühnereintrieb gut bewährte, jedoch wurden gekochte Kartoffel, wenig Körner, viel Holzkohle und frisches Wasser gegeben.

[4]) Gegen Wühlmäuse erwies sich dieses Gift sehr wirkungsvoll.

Von einer Bekämpfung im Jahre 1933 wurde aus wirtschaftlichen Gründen abgesehen, wenn auch in den Abteilungen 61 und 69 ein außerordentlich starkes Schwärmen der *Lyda* beobachtet wurde. Die Eiablage erfolgte bereits am 9. Mai.

1934 war ein weiteres Abklingen des Befalls zu erkennen. Das Schwärmen war schwächer und im Boden wurden weniger Larven gefunden.

1936 hat der Fraß einen außerordentlich ausgedehnten Umfang angenommen. Während in den Jahren 1933—1935 nur die ursprünglichen Fraßherde in den Abteilungen 61, 62, 69, 70 und 77 in geringem Maße weiter geschädigt wurden, hat sich in diesem Jahre der Fraß außerdem noch auf die Abteilungen 101, 102, 59, 58, 57, 53, 50 und 49 ausgedehnt. Einzelne Kiefern wurden bereits kahlgefressen. Auch in der Abteilung 123 des benachbarten Reichsteiner Revieres hat der Fraß stark an Umfang zugenommen. Da die Ausgaben für die chemische Bekämpfung dieser Kalamität bisher 7437 RM betrugen und der Erfolg außerordentlich gering war und der Hühnereintrieb wie auch der Einsatz von Wildschweinen in dem Thun-Hohenstein'schen Forst in wirtschaftlicher Hinsicht fehlschlugen, wurden folgende Gegenmaßnahmen beschlossen:

1. In den stärkst befallenen Beständen 61a, 61f, 62i, 62u, 63k, 69c, d, 70d, e, f und 74e, f ist der Boden unter Beigabe von gemahlenem Ätzkalk auf der ganzen Fläche mit der Bodenfräse zu bearbeiten. Bei starker Humusschicht ist der Humus an Bauern abzugeben d. h. zu entfernen, damit die Fräse den mineralischen Boden erfaßt und die darin etwa 2 cm tief liegenden *Lyda*-Larven zum allergrößten Teil zerquetscht werden. Da die Larven voraussichtlich durch Frost und Kälte in ihrer Beweglichkeit stark behindert werden, ist die Fräsarbeit bei kalter Witterung durchzuführen, damit die Larven nicht tiefere Bodenschichten aufsuchen können.

2. Die mit der Bodenfräse bearbeitete und mit Kalk gedüngte Fläche ist durch Untersaat mit Buche, Birke, Robinie und Roteiche zu verjüngen; später ist Lärche und Kiefer einzubringen.

3. Die betreffenden Forstorte sind mit Drahtgeflecht hasendicht einzugattern. Für die Eingatterung der von Lydafraß befallenen Forstorte mit einem Ausmaß von 35,36 ha wurden 5000 RM bewilligt.

Die Ergebnisse der Probezählungen des Jahres 1936 lagen zwischen 29 und 617 Stück Larven auf den Quadratmeter.

In den folgenden 3 Jahren war die Schadwirkung von *Lyda* schwächer. Ein Parasitenbefall war jedoch auch 1937 nicht festzustellen. In diesem Jahre wurden die ersten 10 ha der *Lyda*-Fraßfläche mit Laubholz-Nadelholzmischsaat verjüngt. Die in diesem Jahre begonnene Bodenbearbeitung erreichte 1939 das Ausmaß von 21 ha.

Für das Jahr 1940 wurde eine Fläche von 6 ha zum Anbau vorbereitet.

B. Die morphologische Beschreibung der einzelnen Entwicklungsstufen der Blattwespe und deren Lebensweisen im Hinblick auf eine Bekämpfung

Die Angaben über die einzelnen Entwicklungsstufen der Blattwespe im Schrifttum waren spärlich und in den verschiedensten Arbeiten zerstreut oder auch unvollständig. In den folgenden Abschnitten ist darum beabsichtigt, die einzelnen Stufen wie Ei, Raupe, Larve, Puppe und Imago zu kennzeichnen und dabei auf jene Besonderheiten in der Lebensweise einzugehen, die als Grundlage für eine aussichtsreiche Bekämpfung dieses hartnäckigen Schädlings verwendbar sein können.

1. Das Ei und die Eiablage

Bei einer jungen, noch unbefruchteten Imago findet man 17—20 Eischläuche, die je ein vollentwickeltes Ei und mehrere unentwickelte Eier besitzen. Zwischen den einzelnen Eiern liegen wohlunterscheidbare Nährzellen (Abb. 4). Im allgemeinen beträgt die Zahl der noch unentwickelten Eier je Eischlauch 4—5. Daraus ergibt sich eine Gesamtzahl von rund 83 Eiern in einem weiblichen Imago. Dies stimmt mit der unteren Grenze der von SCHEIDTER (1926, S. 206) angegebenen Zahlen überein. SAJÓ (1898) erhielt von einem einzelnen Weibchen 44 abgelegte Eier. Nach SCHEIDTER (1916) verzögert kühle Temperatur die Ausreifung der Eier von *Lyda hypotrophica*, so daß bei der kurzen Lebensdauer der Wespe nur ein Teil der Eier zur Ablage kommen wird. Die Eiablage beginnt meist Mitte Mai. Bei dauernd kühler Witterung gehen viele Weibchen ein bevor alle Eier abgelegt wurden. Es kann so zu einem Rückgang der Massenvermehrung kommen. Da das Schlüpfen der Imagines bis in den Juni beobachtet wird, so dehnt sich auch die Zeit der Eiablage entsprechend lang aus.

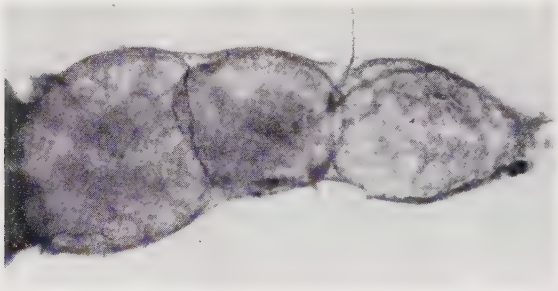


Abb. 4. Teil des phytrophen Ovariums. Näheres im Text

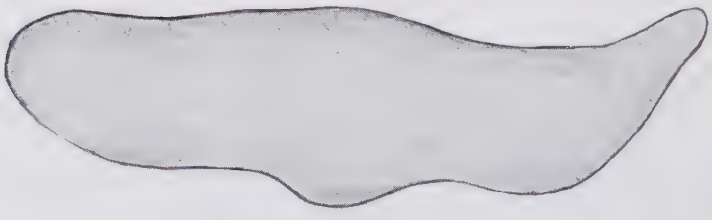


Abb. 5. Legereifes Ei vor der Eiablage. Näheres im Text

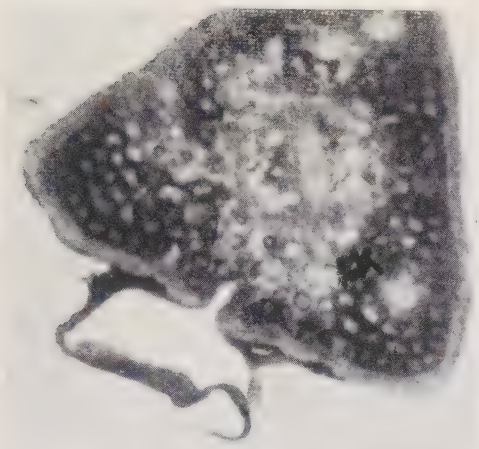


Abb. 6. Querschnitt durch eine Schwarzkiefernnadel. Man erkennt den Einschnitt, der durch die Epidermis und meist noch durch 2—3 Chlorophyllzellschichten führt. An der Außenseite haften etwas Kittsubstanz und Reste der Eihaut

Abb. 7. Zwei *Lyda*-Eier an einer Kiefernnadel *(Pinus silvestris)*. Man erkennt den ungleichen Entwicklungszustand der Eier. Das untere Ei ist bereits gewölbt und älter als das obere

Das legereife Ei hat kahnförmige Gestalt und an Ober- und Unterseite einen Buckel (Abb. 5). Die Farbe des Eies ist gelblichweiß. Das nächstfolgende Ei im Eischlauch hat ovale Form. Auch besitzt es bereits die gleiche Farbe wie das legereife Ei. Die restlichen Eianlagen sind rundlich, bzw. zeigen entsprechende Übergangsformen.

Die Eiablage erfolgt in der Weise, daß das Weibchen die Nadelspitze umklammert, bzw. stets mit dem Kopf zur Nadelspitze gewendet ist (entsprechende Bilder von *Lyda erythrocephala* bringt Schwerdtfeger), den Hinterleib einkrümmt, einen kleinen Sekrettropfen ausscheidet, hierbei mit den Sägeblättern einen kleinen Spalt in die Blattnadel einritzt und das Ei auspreßt. Scheidter geht auf diesen Vorgang teilweise ein. Von dem eingeritzten Spalt kann man sich durch Querschnitte der Blattnadel überzeugen (Abb. 6). Die Länge des Spaltes beträgt meist $^1/_4$—$^1/_6$ der Eilänge. Die Eiablage dauert rund 3 Minuten.

Das frischgelegte Ei ist gelblichweiß (grünstichig), $2\,^1/_2$—$2\,^3/_4$ mm lang und kahnförmig, jedoch ohne Buckel. Nach einigen Tagen bildet sich am oberen Ende des Eies ein dunkles Pünktchen. Das Ei verändert während seiner Entwicklung Form und Farbe. Die Oberseite des Eies wölbt sich, so daß nur das eine Ende des Eies kahnförmig aufgekrümmt erscheint (Abb. 7). Die Farbe wird bräunlich. Man kann somit frisch abgelegte Eier von älteren unterscheiden. Einige Tage vor dem Schlüpfen sieht man das junge Räupchen durch die Hülle durchscheinen. Die Angabe von Sajó (1898), die Eier seien weiß, kann somit nicht bestätigt werden.

An jeder Kiefernnadel wird meist nur ein Ei abgelegt, wodurch sich *Lyda stellata* von anderen Lyden unterscheidet. Auch die Form des Eies

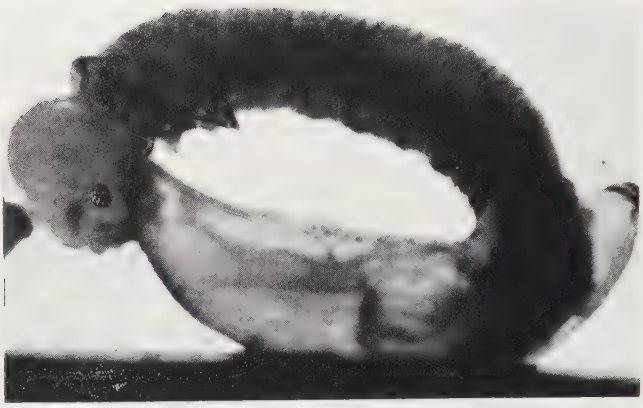


Abb. 8a. Schlüpfen eines Afterräupchens aus dem Ei

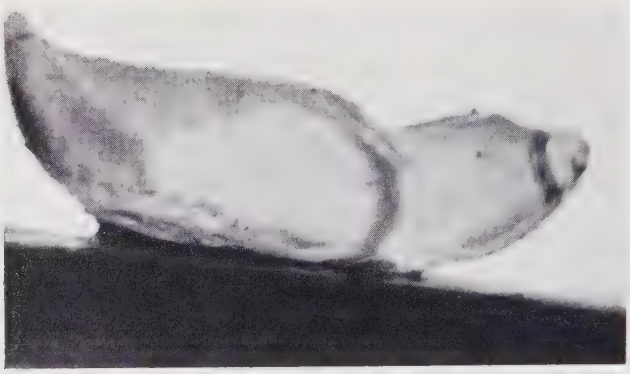


Abb. 8b. Leere Eihülle. Die Öffnung der Eihülle geschieht etwas unterhalb der Eispitze

ist kennzeichnend, so daß keine Verwechslung mit anderen Insekteneiern vorfallen kann.

Da ich auch Räupchen aus Eiern im Laboratorium schlüpfen ließ, konnte ich feststellen, daß die Eier nur auf frisch erhaltenen Zweigen ihre Entwicklung beendeten. Das gleiche hörte ich auch vom Forstpersonal. Bereits MÜLLER (1824, S. 8) äußert sich, daß Blattwespeneier nach der Ablage an den Nadeln noch wachsen. Diese Meinung kehrt im Schrifttum immer wieder, und es verdient der von SAJÓ (1898) ausgeführte Versuch hervorgehoben zu werden, wonach die *Lyda*-Eier zu ihrer Entwicklung frische Zweige benötigen. Nach SAJÓ stehe das Ei mit dem Saft der Föhrennadel in funktioneller Verbindung. Wenn die Eier auf Wasser- oder gar Nahrungszufuhr aus der Kiefernnadel angewiesen wären, so müßte der Kitt, mit dem das Ei angeklebt ist, durchlässig sein. Im Schrifttum liest man auch, die Eier würden sich während der Reifung etwas vergrößern. Nach SAJÓ (1898) sind die vollwüchsigen Eier von *Lyda erythrocephala* größer als die jungen Eier. Es ist dabei nicht erwähnt, ob dies Eier des gleichen Weibchens oder vom Anfang oder Ende der Legetätigkeit waren. Eine experimentelle Klärung dieser Frage wäre notwendig, um den fördernden bzw. hemmenden Einfluß der Witterung auf die Eientwicklung zu erfassen. Neuerdings konnte auch SCHWERDTFEGER (1941) nachweisen, daß das Ei von *Lyda erythrocephala* die zum Wachstum nötige Flüssigkeit aus den Nadeln nimmt. (Siehe auch ESCHERICH, Forstinsekten Bd. V, S. 58.)

2. Die Afterraupe und ihr Fraß

a) Morphologie der Raupe

Nach 10—14 Tagen schlüpfen aus den Eiern die jungen Räupchen (Abb. 8) und die leeren Eihüllen kann man dann überall an den Nadeln beobachten. Eine Beschreibung des Schlüpfvorganges bringt Scheidter (1926).

Die jungen Räupchen haben eine annähernde Länge von 3 mm. Wie bei allen Jungraupen, so fällt auch an ihnen der große bräunliche Kopf auf und der Leib erscheint bei freier Betrachtung einheitlich gelblich. Erst nach einigen Häutungen in der Zeit während des Überganges zum Fraß alter Nadeln nehmen sie ihre endgültige schöne Färbung an. Sie haben eine Länge von 14,4 mm im Durchschnitt und ihr Kot ist in diesem Entwicklungsstadium durchschnittlich 2,3 mm lang, was für das Ermitteln der Raupenentwicklung zweckdienlich ist. Ausgewachsene Afterraupen (Abb. 9) besitzen rotbraune Längsstreifen und an jedem Segment ebensolche Querstreifen. Die dazwischen liegenden Felder sind hell gelbgrün. Der Kopf ist von gelbbräunlicher Farbe (vgl. Diagnose bei Enslin, Nüsslin und Koch). Diese Färbung behalten sie bis zum Abspinnen bzw. Verkriechen im Boden. Es wurden jedoch auch Tiere beobachtet, die 1 bis 2 Tage vorher eine Veränderung der Farben aufzeigten, die sonst im Boden vor sich ging.

Im letzten Entwicklungsstadium vor der Ruhe im Boden hatten die Raupen eine durchschnittliche Länge von 17 mm und die einzelnen Kotstückchen eine solche von 2,6 mm. Das Frischgewicht der Afterraupen (16. Juli 1940) betrug 109,3 mg (65—160 mg) und 28,5 mg Trockengewicht im Durchschnitt, damit einen Wassergehalt von 74% (69—79%).

Abb. 9. Afterraupen von *Lyda stellata Christ.* Etwas vergrößert. 1940. Raupen von der Rücken- und Bauchseite (2 Stück) sowie seitlich gesehen

Die Häutungen der Afterraupe vollziehen sich in der Weise, daß die Haut hinter dem Kopf platzt und die Raupe sich aus der alten Haut herauszieht. SCHEIDTER bringt Bilder abgeworfener Häute der einzelnen Entwicklungsstadien. An diesen abgeworfenen Häuten wird vor allem die steife Kopfkapsel erkenntlich, denn der übrige Teil der Haut ist stark zusammengeschrumpft. Desgleichen bringt SCHEIDTER kennzeichnende Bilder der Kotform, die für die Untersuchung von Auffangproben notwendig sind (siehe auch ESCHERICH Bd. V, S. 39ff.).

Die Organisation der Larve bedingt es, daß sie sich nicht wie eine Raupe am Zweige fortbewegt, sondern sie spinnt mit dem Rücken zum Zweig gewendet Fäden um ihren Körper und heftet diese immer rechts und links von sich am Zweig an. Dabei rückt sie immer ein Stück vorwärts. Andere Blattwespenlarven bewegen sich in gleicher Weise vorwärts, welchen Vorgang auch SAJÓ (1898, S. 243) beschreibt und erwähnt, wie schwer die Afterraupen aus den Gespinsten etwa durch Schlagen an den Stämmen zum Abfallen zu bringen seien.

b) Über den Fraß der Afterraupe

Über den Fraß wurde uns außer den knappen Angaben in den Arbeiten von SCHEIDTER nichts bekannt. Die Praxis hatte zwar ein Interesse daran, das Ausmaß oder den Fortschritt des Schadens durch diesen Schädling zu ermitteln, aber sie beschränkte sich auf recht allgemeine Angaben, wie es in den bekannten Bezeichnungen Kahlfraß oder Lichtfraß zum Ausdruck kommt. Zur Feststellung der Fraßstärke, gegebenenfalls auch zur Ermittlung der Altersstadien der Afterraupe, dienten SCHEIDTER Auffänge des von den fressenden Raupen herabfallenden Kotes. Ich bechränke mich jedoch auf die direkte Messung des Fraßes im Laboratoriumsversuch sowie auf die Art und Weise der Schädigung an den Bäumen im Freiland.

A. Beobachtungen im Laboratorium. Im Laboratorium wurde die Eiablage bei einigen selbst gezogenen Tieren festgestellt. Deren Eier kamen auch zur Reife und schlüpften anfangs Juni. Bei den aus dem Freiland eingebrachten Kiefernzweigen mit Eiern entwickelte sich im Laboratorium ebenfalls alles zur Reife und die Eier schlüpften am 12. Juni. Im Freiland aber beobachtete man noch ein Schlüpfen bis zum 26. Juni 1940.

Zu den Laboratoriumsversuchen wird bemerkt, daß die Raupen nur dann dauernd Nahrung aufnahmen, wenn sie auch Gelegenheit zum Schneiden der Kiefernnadeln hatten. Einfach vorgelegte frische Nadeln, die sie zwar ebenfalls mit einigen Fäden verbanden, um sie in das Gespinst hereinzuziehen, nahmen sie höchstens 2—4 Tage an und gingen dann ein. Ferner erzielten wir Eiablage auch auf Schwarzkiefer, deren Nadeln die Afterraupen nur ungern einige Tage hindurch fraßen. In einem größeren Befallsgebiet jedoch bevorzugte die Lyda in Italien Schwarzkiefer (BAY 1942).

Den jungen Räupchen wurden ausgewählt große Zweige mit gut benadelten vorjährigen Zweigstücken und Maitrieben vorgesetzt. In den er-

sten Lebensstunden fraßen die jungen gelblichen Räupchen nichts, sondern begaben sich gleich von der Eihülle zu dem Grunde des Maitriebes. Hier fertigte das Räupchen ein kleines, nur wenige Fäden zählendes, weitmaschiges Gespinst an und schnitt anfänglich nur Nadeln des Maitriebes. Dabei wurden in der Regel beide Nadeln des Kurztriebes geschnitten. Selten kam es vor, daß eine Nadel stehen blieb.

Im Alter von 12—14 Tagen gingen die Räupchen vom Maitriebfraß zum Fraß vorjähriger, also alter Nadeln über, so daß an der Spitze des Maitriebes immer je nach der Größe des Zweiges eine gewisse Zahl von Nadeln unberührt blieb. Das führte zu dem kennzeichnenden, büschelförmigen Aussehen der Zweige[1]). Durch die Erhaltung der jüngsten Nadeln ergab sich für den kommenden Austrieb der Spitzenknospe eine Erleichterung in der Nährstoffversorgung. Der Maitriebfraß war auch bei reichlichem Vorhandensein alter Nadeln in großem Umfang vorhanden. Die von Scheidter (Flugblatt) gemachte Beobachtung, daß die Räupchen die heurigen Nadeln meiden und sie nur in der Not, wenn keine älteren Nadeln mehr vorhanden sind, angehen, konnte hier nicht bestätigt werden. Wenn die Afterraupen eine Länge von 15—20 mm erreichten, sie befanden sich dabei zwischen der 4. und 5. Häutung, erfolgte der Übergang zum Fraß vorjähriger Nadeln. Eine Rückkehr zum Fraß der heurigen Maitriebnadeln trat in der Natur nach unseren Beobachtungen niemals ein, wohl aber konnte im Laboratoriumsversuch dies durch Wegnahme der alten Nadeln erzwungen werden. Wurde einem solchen älteren Tiere die Wahl ermöglicht, so zog es stets die alten Nadeln den jungen vor. Tritt in der Natur der Fall ein, daß die alten Nadeln zur Gänze verzehrt sind, so läßt das Tier die unbeschädigt gebliebenen Maitriebspitzen unbeachtet, hält sich einige Zeit suchend auf dem kahlen Zweig auf, um dann plötzlich abzuspinnen. Kommt ein Tier dabei auf einen neuen Zweig, so spinnt es sogleich ein lockeres Gewebe und setzt dann den Fraß an alten Nadeln fort. Im Alter von rund 20 Tagen ist die Afterraupe boden- oder abspinnreif und läßt sich herunterfallen. Solche Tiere auf einen Zweig zurückgebracht, fressen nicht, sind unruhig und lassen sich sehr bald zur Erde fallen. Das ist das beste Kennzeichnen für bodenreife Afterraupen.

Neben diesen allgemeinen Beobachtungen über das Verhalten der Raupen wurden noch genaue Messungen über die Nahrungsaufnahme und die Kotabscheidung[2]) durchgeführt.

Von zwei Tieren, einem starken und einem schwachen Fresser, zeigt eine Tabelle (Tabelle 1) die Menge des täglichen Fraßes. Die Länge der täglich gefressenen Nadellänge ist in Millimeter angeführt. Die Messungen wurden früh und abends vorgenommen. In der 19tägigen Fraßzeit benötigt die starkfressende Afterraupe 4887 mm Nadellänge; das ent-

[1]) Ich verweise auf die folgenden Abbildungen der Kiefernkronen mit verschiedenen Fraßformen.

[2]) Die Kotmessung diente nur zur Kontrolle und wird nicht weiter berücksichtigt.

Tabelle 1

Messung der Futtermenge (Laboratoriumsversuch)

Nr. der Messung	Tier A (Abb. 10, Kurve ausgezogen)		Tier B (Abb. 10, Kurve gestrichelt)	
	Fraß in mm Nadellänge	Tag der Messung und Häutung	Fraß in mm Nadellänge	Tag der Messung und Häutung
1	3,2	23. VI. abends	1,8	14. VI. abends
2	5,6		4,3	
3	6,4		7.6	
4	8,1		10,9	
5	7,0	1. Häutung, 25. VI. abends	5,9	1. Häutung, 16. VI. abends
6	6,9		6,8	
7	9,7		12,9	
8	10,6		15,7	
9	11,9		14,2	
10	10,1	2. Häutung, 28. VI. früh	4,7	2. Häutung, 19. VI. früh
11	21,4		18,6	
12	22,9		28,4	
13	24,8		25,4	
14	29,8		16,2	
15	30,0		11,9	3. Häutung, 21. VI. abends
16	23,6		16,2	
17	19,6	3. Häutung, 1. VII. abends	13,4	
18	39,8		24,1	
19	98,6		38,6	
20	77,5		28,3	4. Häutung, 24. VI. früh
21	76,5		47,4	
22	68,2	4. Häutung, 4. VII. früh	55,7	
23	141,5		66,7	
24	146,9		10,1	26. VI. früh, Übergang zum Fraß alter Nadeln
25	179,2		71,9	
26	276,6		84,3	
27	90,9	6. VII. abends, Übergang zum Fraß alter Nadeln	73,3	
28	324,0		66,8	5. Häutung, 28. VI. früh
29	106,0	5. Häutung, 7. VII. abends	68,4	
30	341,1		165,4	
31	368,0		164,3	
32	380,0		174,3	
33	365,0		201,0	
34	381,1		281,1	
35	371,2		337,0	
36	359,8		351,9	
37	321,5		314,3	
38	122,1	12. VII. früh	254,3	3. VII. früh
Summe	4887,2	100,0%	3094,7	100,0%
Davon Maitriebe	1447,4	29,6%	485,8	15,6%
Alte Nadeln	3439,8	70,3%	2608,9	84,3%

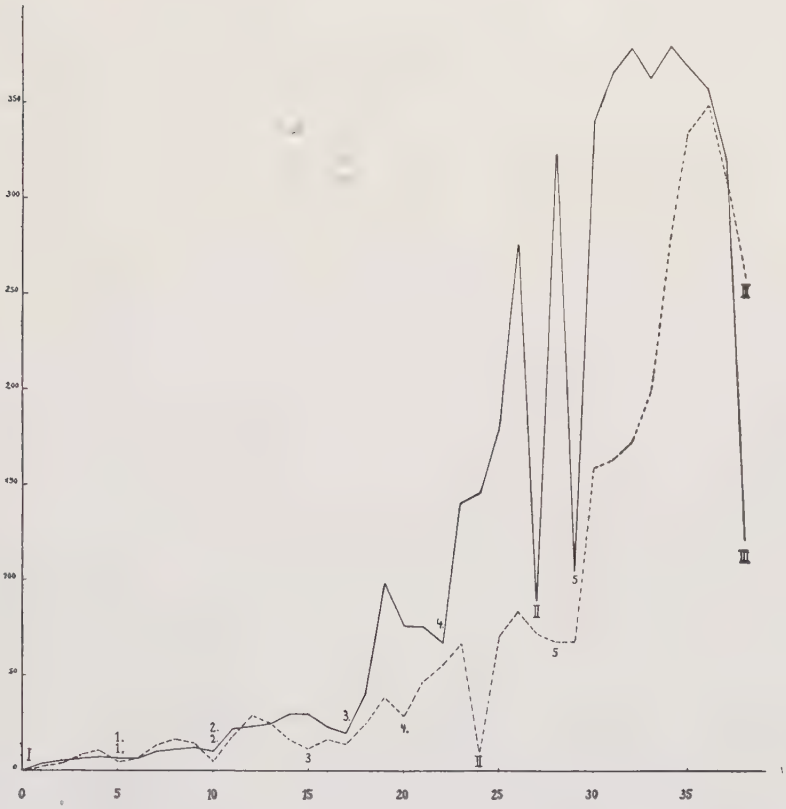


Abb. 10. Darstellung der Fraßintensität. Ordinate: Gefressene Nadellänge in Millimeter. Abszisse: Zeit der Früh- oder Abendmessung. Die arabischen Ziffern bei den Kurven bedeuten die Häutung der Afterraupe. Von den römischen Zahlen bedeutet I den Entwicklungsbeginn, II das Minimum des Fraßes während des Überganges vom Maitriebfraß zu dem vorjähriger Nadeln und III die Abspinnreife. Näheres auch Tabelle 1

spricht rund 61 Kurztrieben von *Pinus silvestris*. Der weitaus größere Teil dieses Fraßes entfällt auf vorjährige Nadeln. Bei der schwächeren Afterraupe geht der Fraß recht ähnlich vor sich; sie benötigt nur rund 41 Kurztriebe.

Von den übrigen 6 in gleicher Weise untersuchten Tieren bewegten sich die Fraßmengen zwischen 4268 und 3058 mm. Man sah somit, daß die angegebenen Einzelmessungen des schwachfressenden Tieres sich mehr dem Durchschnitt näherten.

Die bildliche Darstellung des Fraßes (Abb. 10) veranschaulicht das langsame Ansteigen der Fraßtätigkeit bis zur 4. Häutung. Nach dieser beginnt ein starker Anstieg bis zur Abspinnreife. Vor jeder Häutung sinkt naturgemäß die Fraßintensität, ebenso beim Übergang vom Maitriebfraß zum Fraß vorjähriger Nadeln. Letzteres ist darauf zurückzuführen, daß das Tier viel Zeit zum Aufsuchen der alten Nadeln benötigt und außerdem das Gespinst bis zur neuen Fraßstelle erweitern muß.

Im Hinblick auf die Bekämpfung der Raupe erscheint es wertvoll, näher auf die Gespinstbildung einzugehen. Am Maitrieb bildet die Raupe ein lockeres Gespinst, das ihr gerade genügt, um sich festzuhalten. An den zum Fraß ausgesuchten Nadeln werden einzelne Fäden angebracht, die Nadeln nahe der Basis durchschnitten und in das Gespinst hereingezogen.

In der Zeit vor dem Übergang zum Fraß alter Nadeln hat sich die Raupe längs des Zweiges eine locker gesponnene Röhre gebaut, wie auch SCHEIDTER kurz anführt; beim Übergang zum Fraß alter Nadeln aber spinnt sie eine Röhre, die nur wenig breiter ist als sie selbst. In diese Röhre zieht sie die geschnittenen Nadeln herein und verzehrt sie. Diese Röhre kann sich auch in geringem Abstand parallel zum Zweig hinziehen. Das Gespinst ist so dicht, daß man die Farbzeichnung der Raupe nicht mehr erkennen kann. Zwei bis drei Tage nach der 5. Häutung verdichtet die Raupe das Gespinst merklich, so daß man sie in der Wohnröhre schwer erkennen kann. Wenn das Tier von weiterher Nadeln zum Fraß heranholen muß, so entstehen Wohnröhren gelegentlich bis zu 6 cm Länge.

Äußerlich kann man keine Afterraupe als boden- oder abspinnreif erkennen. Nach dem Abspinnen, besser Abfallen, laufen sie unverfärbt kurze Zeit auf der Erde umher. Erst nach ihrem Eindringen in die Erde beginnt die Verfärbung, wobei die schokoladenbraune Zeichnung des Körpers sich rötet, schließlich verblaßt und gelb wird. Diese Verfärbung ist unabhängig vom Licht. Hindert man die Afterraupen am Einkriechen in die Erde, so verfärben sie sich ebenfalls und haben das gleiche Aussehen wie die Larven im Boden, d. h. sie sind gelblich ohne jede Zeichnung und der Kopf ist gelbbraun.

B. Beobachtungen im Freiland. Beschreibungen des Fraßes im Verlaufe früherer *Lyda*-Kalamitäten fehlen meines Wissens im Schrifttum, wie auch bei der geschichtlichen Zusammenstellung des Befalles in unserem Gebiet keine genauen Angaben zu ermitteln waren. Es fehlte eine Darstellung der im Freiland erkennbaren Fraßschäden.

1. Fraßzeit. Ein merklicher Fraß im Jahre 1940 konnte in der Zeit vom 14.—22. Juni beobachtet werden. Die ersten Räupchen schlüpften vereinzelt schon am 11. Juni in einem schwach befallenen Stangengehölz, das auf einem sandigen Höhenrücken der Abteilung 42 des Tyssaer Revieres stockt. Am spätesten, und zwar zwischen 15. und 16. Juni setzte der Fraß in den feuchten, schattigen Seitentälern der Eiländer Gegend ein und dort wurden noch einige Nachzügler am 26. Juni frisch geschlüpft angetroffen.

Wo von den Tieren noch eine ausreichende Nadelmenge angetroffen wurde, verlief der Fraß in der beim Laboratoriumsversuch beschriebenen Form. Auch überschritten die Tiere die Fraßzeit von 20 Tagen nur selten, wie sich aus einer größeren Zahl von Freilandbeobachtungen und Versuchen an den mit Organtin umspannten Zweigen ergab. Bei vielen

dieser mit Organtin umspannten Zweigen war ein geringer Zuwachs vorhanden und außerdem von früherem Fraß wenig Nadeln. Das mußte zu einem Futtermangel führen.

Nahezu kahl gefressene Bäume beherbergen nur wenige Raupen und an deren Zweigen sieht man sie suchend sich entlang bewegen. Zu gleicher Zeit ist auf den nächsten noch weniger geschädigten Kiefern der Fraß voll im Gange. Diese Tiere haben nach Kotgröße und Körpermaß die durchschnittliche Größe abspinnreifer Tiere noch nicht erreicht, so daß man an den nahrungsarmen Kiefern ein vorzeitiges Abfallen der Raupen als sehr wahrscheinlich annehmen kann.

2. Die Fraßform oder Beschädigungsgrad. Während der Fraß des Jahres 1940 in den sächsischen Staatsforsten schwach zu bezeichnen war und sich nur über ein kleineres Gebiet erstreckte, waren die Abteilungen 13 und 15 des Tyssaer Revieres das Hauptfraßgebiet dieses Jahres. Die Abteilung 15 wurde im Jahre 1931 erstmals befallen; der heuer 35jährige Bestand setzt sich größtenteils aus Legföhre zusammen (mündl. Mitteilung der Forstverwaltung). Auch hier waren die Bäume recht unterschiedlich befallen, ohne daß man aber eine der Kiefernarten bevorzugt geschädigt ansprechen konnte.

Für die genaue Kenntnis der praktisch wichtigen allgemeinen Fraßschädigung ist die eingehende Bearbeitung der meßbaren Schäden notwendig. Zunächst wurde versucht, das Ausmaß des Maitriebfraßes zu ermitteln. 5 Probebäume wurden untersucht und die Ergebnisse in der Tabelle 2 festgehalten.

Die 5 Bäume waren so gewählt worden, daß zwar schwach und stark befallene Baumkronen untersucht, aber Extreme vermieden wurden. In der Entwicklung schienen alle Bäume mehr oder weniger gleich und unterschieden sich nur durch die Fraßbeschädigungen. Die Bäume können bei den Befallsunterschieden als die häufigste Art der in diesem Bestande beschädigten Bäume angesehen werden.

Der Tabelle ist das Verhältnis von beschädigten zu den unbeschädigten Maitrieben zu entnehmen. Um Fehler bei der Auswahl möglichst auszuschalten, wurde je ein Ast aus sämtlichen übereinander liegenden Wirteln des Baumes von unten nach oben untersucht. Bei den einzelnen Bäumen wurde auch die Wahl der Richtung dieser Äste gewechselt, so daß Äste aus dem ganzen Kronenbereich und aus jeder Himmelsrichtung gleichmäßig erfaßt wurden. Die durchschnittliche Anzahl der Äste im Wirtel betrug 5; die Gesamtzahl der Maitriebe an den Probeästen verfünffacht ergab die annähernde Anzahl unbeschädigter und beschädigter Maitriebe am Baum. Auf Grund der errechneten Hundertsätze überwiegen bei dem schwächstbefallenen Baum noch die unbeschädigten Maitriebe, während sie beim stärkst befallenen nur mehr etwas über 10% ausmachen. Der Durchschnitt bei den 5 Probebäumen liegt bei 76% befressenen und 24% unbeschädigten Maitrieben.

Tabelle 2

Ausmaß des Maitriebfraßes an fünf Kiefern

Einbringung der Maitriebe: 21. August 1940. Abteilung 15 im Revier Tyssa. Erster Fraß in dieser Abteilung 1931. Bodenbesatzdichte im Frühjahr 1940: 231 bis 476 Larven je 1 qm.

Bestand: *Pinus montana* gemischt mit Weißkiefer. Bestandesalter: 35 Jahre. Durchschnittliche Höhe der untersuchten Bäume: 6,30—7,50 m.

Befressener Maitrieb: befr., unbeschädigter Maitrieb: unbesch.

Stammwirtel Nr.	Baum 1		Baum 2		Baum 3		Baum 4		Baum 5	
	Zahl der Maitriebe eines Probeastes aus dem Wirtel									
	befr.	unbesch.	befr.	unbesch.	befr.	unbesch.	befr.	unbesch.	befr.	unbesch.
Spitze 19					0	1				
18			0	1	0	3	0	1		
17	0	1	1	2	0	9	0	3	0	1
16	1	2	1	8	11	0	0	6	0	3
15	1	8	15	2	12	1	10	2	2	3
14	20	2	26	2	22	3	26	3	11	1
13	39	0	27	4	121	17	48	8	31	4
12	29	3	82	12	84	2	57	2	59	6
11	47	11	65	20	137	6	42	1	22	1
10	47	42	93	54	18	6	59	6	57	5
9	55	74	12	20	109	17	63	2	61	2
8	3	35	74	24	76	49	58	6	52	0
7	1	54	36	12	0	0	31	14	105	6
6	1	27	0	3	0	0	0	0	33	25
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Basis 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe × 5	1220	1295	2160	820	2950	570	1970	270	2165	285
In Prozent	48,5	51,4	72,4	27,5	83,8	16,1	87,9	12,0	88,3	11,6

Die Tabellen 3 und 4 enthalten die Untersuchung über die Beschädigungsgröße der einzelnen Maitriebe, und zwar die Tabelle 3 von Kiefern aus einer Abteilung mit geringer Wüchsigkeit (durchschnittliche Maitrieblänge 3,86 cm), während die Maitriebe der Tabelle 4 von einem Baum mit besserer Wüchsigkeit stammt (durchschnittliche Maitrieblänge 4,0 cm). Für die Messungen wurden nicht die Kurztriebe, sondern die einzelnen Nadeln verwendet. Beide Tabellen zeigen übereinstimmend einen starken Nadelverlust im 1., das ist unteren (basalen) Drittel des Maitriebes, einen mittelmäßigen im 2. oder mittleren Drittel und einen geringen Verlust im Spitzendrittel. Durch diese Fraßeigenart bleiben dem Maitrieb bei genügender Länge die äußersten Nadeln erhalten, das zu der Büschelbildung führt. Die Nadelmenge, die im Fraß-

Tabelle 3

Messung der Fraßschäden an den Maitrieben einer schwach wüchsigen Kiefer. Revier Tyssa, Abt. 15. Am 21. August 1940

Arbeitsmethode: Bei der Untersuchung wurden nur befressene Maitriebe berücksichtigt. Eine Auswahl der Triebe fand nicht statt. Schwach beschädigte Nadeln wurden unter „unbeschädigt" mitgezählt. Nachgewachsene Nadelreste von 2—4 mm Länge wurden in dieser Aufstellung nicht berücksichtigt. Näheres im Text.

Nr.	Länge des Maitriebes in cm	Zahl der Maitriebnadeln					
		im 1. Drittel		im 2. Drittel		im 3. Drittel	
		unbesch.	gefr.	unbesch.	gefr.	unbesch.	gefr.
1	3,2	3	9	8	10	9	7
2	3,0	4	17	4	12	10	6
3	2,7	9	13	6	8	24	4
4	6,1	6	16	24	8	39	5
5	3,7	0	16	8	6	23	1
6	2,6	2	10	16	0	16	0
7	3,0	0	10	2	8	4	10
8	7,4	9	21	15	14	36	4
9	4,0	8	12	6	8	15	11
10	3,0	8	8	17	3	26	1
11	4,4	6	12	16	6	32	0
12	5,2	3	17	11	13	13	11
13	6,2	13	11	0	26	32	16
14	2,8	4	8	6	12	15	7
15	3,5	2	22	11	11	24	4
16	5,0	6	28	6	26	33	9
17	2,0	0	14	0	14	12	6
18	1,5	6	8	7	8	7	7
19	4,1	1	19	4	20	6	18
20	0,9	0	4	2	6	3	5
21	5,5	4	26	22	16	42	1
22	4,1	6	16	8	12	22	0
23	3,1	6	16	20	0	26	0
24	3,4	6	16	4	22	27	5
25	2,2	2	12	2	10	10	10
26	4,5	0	10	8	10	18	4
27	7,5	5	25	28	10	42	4
28	2,9	0	10	5	6	6	12
29	2,2	4	10	10	6	8	8
30	6,1	0	36	16	14	28	10
	Summe	123	452	292	325	608	186
	In Prozent	21,4	78,6	47,3	52,7	76,6	23,4

jahr 1939 erhalten blieb, wurde 1940 beim Fraß alter, vorjähriger Nadeln völlig aufgebraucht, so daß bei stärker befallenen Bäumen wiederum nur der Spitzentrieb mit wenigen restlichen Nadeln überwintert.

Die Maitriebe der Tabelle 4 sind gegenüber Tabelle 3 durchschnittlich etwas länger und tragen kräftigere Nadeln. Bei einem Vergleich der ent-

sprechenden Messungen beider Tabellen ergibt sich hinsichtlich des Ausmaßes der Beschädigung, daß bei der wüchsigeren Kiefer (Tabelle 4) verhältnismäßig geringere Fraßschäden vorhanden sind. Dies wird im oberen Drittel des Maitriebes kenntlich. Im kommenden Jahr stehen der wüchsigeren Kiefer mehr Assimilationsorgane zur Verfügung als einem schwachen Baum. Das Wettrennen zwischen dem *Lyda*-Fraß, das ist Vernichtung lebensnotwendiger Organe und Wachstum wird bei gut wüchsigen Bäumen verlängert und trägt zur Verschleierung der Gefahr einer *Lyda*-Kalamität bei.

Tabelle 4

Messung der Fraßschäden an den Maitrieben einer gut wüchsigen Kiefer. 21. August 1940 (Erläuterung siehe Tabelle 3)

Nr.	Länge des Maitriebes in cm	Zahl der Maitriebnadeln					
		im 1. Drittel		im 2. Drittel		im 3. Drittel	
		unbesch.	gefr.	unbesch.	gefr.	unbesch.	gefr.
1	6.0	8	18	20	2	36	0
2	1,3	0	2	2	4	0	8
3	12,3	22	22	55	3	92	0
4	1,4	0	6	2	8	4	6
5	2,6	0	12	2	15	14	8
6	1,6	0	10	6	6	14	0
7	4,7	1	19	1	17	4	32
8	1,0	0	6	0	8	0	10
9	6,0	0	15	4	22	36	0
10	1,3	0	2	0	4	4	4
11	4,6	0	26	16	9	38	2
12	6,6	0	24	14	8	43	1
13	5,5	6	12	12	16	46	0
14	3,0	0	12	4	16	12	6
15	5,3	0	13	15	15	36	2
16	4,0	6	16	5	11	2	16
17	4,0	2	18	11	15	8	18
18	3,0	6	14	12	10	26	0
19	0,9	0	4	2	6	6	4
20	2,0	2	12	6	6	12	2
21	7,1	0	36	10	28	36	10
22	10,3	24	38	28	28	62	0
23	6,2	10	32	20	18	46	2
24	3,5	4	18	4	16	18	0
25	4,0	12	22	26	8	44	0
26	3,6	8	16	14	8	28	0
27	1,9	0	6	0	10	11	1
28	8,1	10	26	18	18	45	3
29	4,7	4	16	6	16	12	14
30	10,6	24	28	42	10	48	4
	Summe	149	501	357	361	783	153
	In Prozent	22,9	77,1	49,7	50,3	83,7	16,3

Weitere Untersuchungen über den Freilandfraß, nämlich über das Aussehen der geschädigten Kiefern, wurden in der stark befressenen Abteilung 13 vorgenommen. Dieser Waldteil liegt überwiegend auf einer gegen Nordost abfallenden Lehne und ist mit einem 50jährigen Weißkiefernbestand bestockt. Dieser wurde 1931 erstmalig von *Lyda* befallen. In den tieferen Lagen waren einzelne Bäume vollkommen kahl gefressen und die Mehrzahl der Kiefern trugen nunmehr einen spärlichen Rest an Nadeln. Die niedrigeren Kiefern in höherer Lage hatten weit weniger unter dem *Lyda*-Fraß zu leiden als die am Fuße der Berglehne. Vollkommene Entnadelung trat nur ausnahmsweise auf. Je nach dem Grade des Befalls entstanden bestimmte Fraßformen oder Beschädigungsgrade, die bei der hierortigen spitzkronigen Wuchsform der Kiefer gut merkbar wurden. Aus der Vielfalt der Schädigungen konnten 4 Hauptformen herausgestellt werden:

Abb. 11a. Kiefern im Stangenholzalter. Fraßform II. Revier Tyssa. Abt. 13 oben am Hang der Berglehne. 20. September 1940. Man erkennt besonders die verkrüppelten Wipfel infolge des *Lyda*-Fraßes

1. Schwächst befallene Bäume zeigen gelichtete Wipfel und einige beschädigte Maitriebe an den Astspitzen bei den obersten Astwirteln. Diese Fraßschäden seien als Fraßform I oder Beschädigungsgrad I bezeichnet.

2. Bei stärkerem Befall wird der Wipfel fast zur Gänze entnadelt und stirbt öfters ab. Die Äste lichten sich von außen nach innen zu, so daß das Nadelwerk im Innern der Krone am längsten erhalten bleibt. Solche Bäume werden als Fraßform II bezeichnet. Die Abb. 11 vergegenwärtigen diese Beschädigungsgrade bei Kiefern verschiedenen Alters. Solche

Abb. 11b. Kiefern im guten Stangenholzalter im Zustand der Fraßform II. Der Fraß an der Peripherie der Baumkrone ist etwas vorgeschritten und das Kroneninnere beginnt sich zu lichten. Unterer Teil in der Abt. 13 des Reviers Tyssa. 20. September 1940

Bäume zeigen schmale Wipfel, das heißt die oberen 5—10 Wirtel waren verhältnismäßig kurzzweigig.

Die Tabelle 5 veranschaulicht das Ausmaß der Beschädigung einer Kiefer im Stangenholzalter. Der Höchstwert in der Zahl der befressenen Maitriebe zeigt sich in der Wipfelregion und der geringste Satz in der Mitte der Krone. Dieses Ergebnis bestätigt die Kennzeichnung der äußeren Form der Kiefernkrone mit den peripheren Fraßschäden. In gleicher Weise verlaufen die Fraßschäden gemessen an den einzelnen Nadeln der Maitriebe. Dieses Ergebnis widerspricht jedoch der Angabe von SCHEIDTER (Flugblatt), daß der Fraß der *Lyda* von unten nach oben ziehe. Es kann wohl gelegentlich vorkommen, daß die unteren Zweige einer Kiefer zuerst befallen werden, aber für die Entwicklung des Fraßbildes erscheint dies belanglos und der Hauptfraß findet im oberen Teil der Krone statt. Außerdem kann man bei der Schadensbeurteilung leicht dadurch getäuscht werden, weil die unteren Zweige meist schon lebensschwach sind und wenig Benadelung besitzen und so ein geringer Fraß bereits weitreichende Schäden verursacht. Außerdem spielt sich das Leben der Imagines bevorzugt in dem sonnigsten Teil der Kiefer ab.

Bezeichnend für diese Fraßform ist das Austreiben von schlafenden Augen in den unteren Zweigen der Krone, ein Zeichen für den physiologischen Schwächezustand des Baumes. Physiologisch bemerkenswert ist, daß die Zahl dieser austreibenden Knospen parallel mit der abgestorbener Maitriebe geht und zwischen beiden läßt sich ein ursächlicher Zusammenhang annehmen.

3. Bei sehr starkem Befall durch *Lyda* ist der Wipfel stets bis auf ein Büschel Nadeln des am kräftigsten wachsenden Spitzentriebes vernichtet. Wird der Gipfeltrieb vernichtet, so werden umso leichter die meist schwächeren Ersatzgipfel kahl gefressen und sterben ab. Die Benadelung im Innern der Krone ist ebenfalls gelichtet, so daß der Baum gleichmäßig stark entnadelt erscheint (Abb. 12). Die in diesem Stadium 1939 stark

Abb. 11c

Abb. 11d

Abb. 11c. Kiefer während der Fraßbeschädigung oder Fraßform II. Man erkennt die Fraßschäden an der Peripherie und die Büschelbildung besonders am Gipfeltrieb sowie das dichte, noch unbeschädigte Kroneninnere. Auch zu beiden Seiten am Rande des Bildes stehen stark beschädigte Kiefern. Baumhöhe: 9 m. Unterer Teil der Abt. 13 des Reviers Tyssa. 20. September 1940

Abb. 11d. Kiefern im Zustand der Fraßform II. Abt. 36 des Reviers Tyssa. September 1940. Baumhöhe: 28 m. Alter: rund 120 Jahre. An den vereinzelt stehenden Ästen verhält sich die *Lyda* in ihrem Fraß recht ähnlich wie an der geschlossenen Krone

Tabelle 5

Das Ausmaß der Maitriebschädigung bei einer schwach befallenen Kiefer (Fraßform II)

Die vorjährigen Nadeln wurden hier nicht gemessen, aber eine Schätzung ergab, daß ein Nadelrest von durchschnittlich 20—30 Nadeln (nicht Kurztriebe!) je Ast vorhanden war. Abteilung 13. Revier Tyssa. 8. September 1940. Baumhöhe rund 8 m

Nr. des Astes	Ast aus dem Wirtel[1])	Asthöhe über dem Boden in m	Länge des Astes in m	Zahl der Maitriebe am Probeast		Hundertsatz der befressen. Maitriebe	Durchschnittliche Fraßbeschädigung an den Maitriebnadeln[4])						Zahl der abgestorben. Maitriebe	Zahl der ausgetrieb. schlafenden Augen
							im unteren Drittel des Maitriebes		im mittler. Drittel des Maitriebes		Im Spitzendrittel des Maitriebes			
				unbesch.	befr.		unbesch.	befr.	unbesch.	befr.	unbesch.	befr.		
1	15	2,68	2,32	126	83	39,7	30	149	58	132	122	83	9	13
2[2])	16	2,98	1,49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3[3])	17	3,26	1,91	13	41	75,9	7	93	16	73	35	62	3	3
4	18	3,51	1,56	76	47	38,2	54	152	95	108	140	82	13	20
5	19	3,80	1,70	24	51	68,0	27	159	71	115	134	74	8	16
6	20	4,17	1,84	51	88	63,3	34	180	94	108	170	46	21	32
7	21	4,54	1,83	80	35	30,4	32	173	72	138	136	104	3	8
8	22	4.96	1,42	26	47	64,4	36	136	82	110	162	68	4	7
9	23	5,32	1,53	18	53	74,6	38	185	116	95	196	72	6	9
10	24	5,63	1,25	29	24	45,2	42	168	107	117	188	66	3	7
11	25	5.91	1,56	29	48	62,3	66	226	118	184	195	153	2	2
12	26	6,22	1,14	12	76	86,4	43	195	99	139	154	128	1	3
13	27	6,61	0,89	10	54	84,4	36	188	114	158	195	87	1	1
14	28	7,04	0,87	15	37	71,2	69	229	157	143	252	82	0	0
15	29	7,32	0,86	2	48	96,0	51	283	206	176	280	146	1	3
16	30	7,54	0,58	0	27	100,0	14	300	98	228	174	168	1	1
17	31	7,70	0,27	0	9	100,0	19	207	43	207	91	159	0	0
18	32	7,76	0,28	0	8	100,0	15	197	39	183	61	179	0	0
19	33	8,00	0,29	0	5	100,0	13	239	100	168	138	134	0	0
Summe	—	—	—	—	—	—	626	3459	1685	2582	2823	1893	76	125
in %	—	—	—	—	—	—	15,3	84,7	39,4	60,6	59,9	40,1		
							4,8	26,5	12,9	19,8	21,6	14,5		

[1]) Die Wirtel sind von unten nach oben gezählt; vgl. Asthöhe. Die ersten 14 Wirtel sind vertrocknet. — [2]) Dürrer Ast. — [3]) Unterdrückter Ast. — [4]) Durchschnittswerte aus je 10 Einzelmessungen.

Abb. 12a

Abb. 12b

Abb. 12a. Kiefer in der Zeit des Stangenholzalters. Fraßform II—III. Die jungen Kiefern sieht man so gut wie nicht befressen. Oberer Teil der Abt. 13. Revier Tyssa. September 1940

Abb. 12b. Kiefern im Zustand des Beschädigungsgrades II—III. Abt. 12. Revier Tyssa. September 1940. Man sieht von links nach rechts Fraßform III, dann III—IV und Fraßform II. Baumhöhe: annähernd 15 m, Alter: 50 Jahre

befressenen, zumeist ganz entnadelten Maitriebe, trieben heuer nicht mehr aus, so daß die Zahl der abgestorbenen Maitriebe sehr groß ist. Diese weitgehende Schädigung, die durch das Lichtwerden der Krone auffällig wird, bezeichnen wir als Fraßform III.

Die Untersuchung eines Baumes (Tabelle 6) in dem Befallsstadium III zeigt alle Maitriebe befressen, wodurch das Lichtwerden der Krone erklärlich wird. Noch mehr als in vorangehender Fraßform sind die Maitriebe selbst befressen, wie ein Vergleich der Hundertsätze erkennen läßt. Die Ursache, daß das Fraßausmaß an Maitrieben größer ist als bei Fraßform II, dürfte in dem Zurückgehen der Wachstumsintensität liegen. Am besten jedoch wird das Lichtwerden der Krone durch die große Zahl ab-

Abb. 12c. Kiefern während der Fraßform III (bis IV). Die Krone ist gleichmäßig gelichtet. Baumhöhe 7 m. Abt. 13. Revier Tyssa. September 1940

gestorbener Maitriebe erklärt. Diese waren wahrscheinlich vor 1 oder 2 Jahren kahl gefressen worden. Dieses Stadium der Schädigung der Krone wird als „Lichtfraß" bezeichnet.

Schlafende Augen waren ebenfalls infolge des weit vorgeschrittenen Fraßes ausgetrieben. Damit wird ersichtlich, daß der Schwächezustand des Baumes andauert und der Baum sich für den weitgehenden Nadelblattverlust noch einen Ersatz zu schaffen sucht.

4. Bei fortdauerndem Fraß an den vorangehend geschilderten Bäumen kommt es zu dem sogenannten Kahlfraß (das ist nahezu vollständige Entnadelung). Dadurch stirbt der größte Teil der Krone ab. An vereinzelten, noch lebenden Zweigen kommt es immer noch zum Austrieb schlafender Augen, die aber bei ihrer geringen Zahl für die Wiederbegrünung ohne Bedeutung bleiben. Diesen Zustand nennen wir Kahlfraß oder Fraßform IV. Die Abb. 1 und 13 gibt den trostlosen Eindruck solcher Bäume wieder.

Den Endzustand der Schädigung erreichen die Kiefern meist nicht durch die *Lyda*, sondern durch die eigene, jahrelange Schwächung. Sie verlieren die letzten Nadeln und werden vollständig kahl (vgl. Abb. 1).

Nach dem Schadbild ließen sich aus den vielen Stufen der Beschädigungen diese 4 Hauptformen herausfinden. Mit Hilfe dieser kann der Bestand des Waldes beurteilt werden. Zum Beispiel setzt sich der Jagen 13 [1]) vornehmlich aus Bäumen der Fraßform II und III zusammen, wie durch einige Probezählungen von je 100 Bäumen ermittelt wurde. Dabei

[1]) Ein Teil dieser Abteilung ist in Abbildung 2 wiedergegeben.

waren Bäume von Fraßform I zu 6%, von Fraßform II zu 48%, von Fraßform III zu 37% und von Fraßform IV zu 9% vertreten. Solche 1940 gänzlich kahl gefressenen Bäume zeigen im September des gleichen Jahres eine geringe Wiederbegrünung dadurch, daß die Nadelreste zum Teil einige Millimeter nachwuchsen und manche schlafende Augen austrieben. Bäume dieser Fraßform beobachtet man in Stangenholz- und Altbeständen.

Es wäre nun zu ermitteln, wieso es zu den besonderen Fraßformen kommt. Die naheliegendste Erklärung ist die, daß die Eiablage an den sonnigsten und luftigsten Teilen erfolgt. So kommt es zu den Schäden an Wipfel und Peripherie der Krone. Erst wenn diese Stellen stark geschädigt sind und wenig Futter bieten, beginnt der Fraß auch im Innern der Krone, zu dem die Raupen vielfach durch Herablassen an kurzen Fäden gelangen.

3. Die Larve (Bodenlarve)

Im August wird der Raupenfraß immer geringer, denn die letzten Raupen lassen sich zur Erde fallen. Ein Abspinnen wurde nicht beobachtet, doch möchte die Beobachtung von Altum (1899) nicht unerwähnt sein, daß die Afterraupen sich an einem kaum 1 m langen Faden herablassen und dann zu Boden fallen. Nach einigen Minuten haben sie sich in den lockeren Boden verkrochen. Im Boden geht die Verfärbung so vor sich, daß die braunrote Färbung zuerst fleischfarben wird und schließlich gelb; es verschwindet jegliche Farbzeichnung und sie erscheinen gelb so wie später die Bodenlarven.

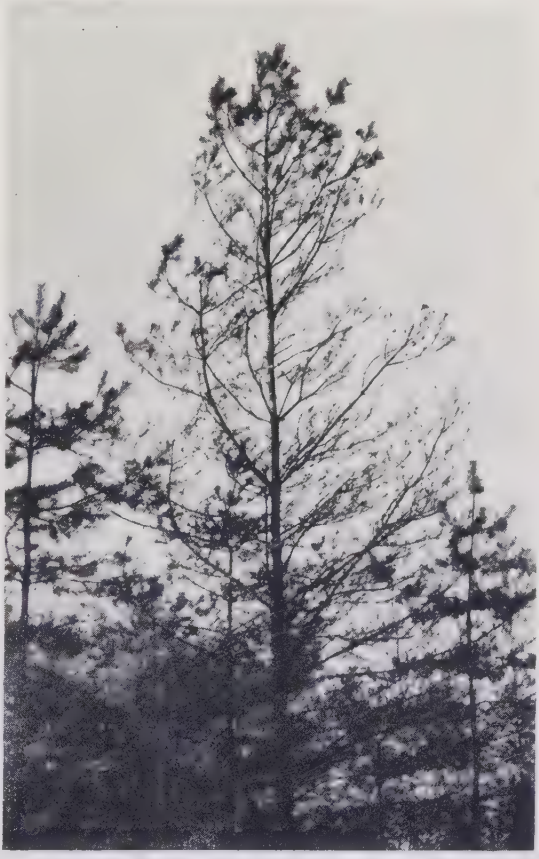


Abb. 12d. Kiefer während der Fraßform III mit ausgeprägter Büschelbildung im oberen Teil der Krone. Rechts und links von ihr sehr schwach befallene Kiefern. Abt. 10. Revier Tyssa. Stangenholzalter. 1940

1. Die Lage der Larve im Boden

Wenn sich die Afterraupen in dem Boden zur

Tabelle 6

Das Ausmaß der Maitriebschädigung und auch der Schäden an vorjährigen Zweigstücken bei einer stark befallenen Kiefer (Fraßform III)

18. September 1940. Abteilung 13. Baumhöhe 10,61 m. Nach Fällung: 39 Jahrringe.

Probeast Nr.	Probeast aus Wirtel	Höhe über dem Boden in m	Länge des Astes in m	Zahl der Äste im Wirtel	Zahl der Maitriebe a. Probeast unbesch.	Zahl der Maitriebe a. Probeast befr.	Durchschnittliche Fraßbeschädigung an den Maitriebnadeln[2]) im unteren Drittel des Maitriebes unbesch.	im unteren Drittel des Maitriebes befr.	im mittl. Drittel des Maitriebes unbesch.	im mittl. Drittel des Maitriebes befr.	im Spitzendrittel des Maitriebes unbesch.	im Spitzendrittel des Maitriebes befr.	Anzahl der abgest. Maitriebe	Zahl d. ausgetr. schlaf. Maitriebe	Anzahl d. restl. vorjähr. Nadel (Kurztriebe)	Bemerkung
1	5[1])	7,05	2,00	4	0	63	25	221	62	171	150	104	249	0	0	Astspitze tot
2	6	7,55	1,80	4	0	224	15	227	42	180	86	175	263	0	13	
3	7	8,13	1,50	5	0	368	6	189	16	172	46	184	121	13	8	
4	8	8,63	1,55	5	0	231	5	166	33	142	78	119	96	16	0	
5	9	9,14	1,30	6	0	155	8	210	37	177	70	164	46	11	0	
6	10	9,54	0,90	4	0	96	10	172	35	145	103	92	21	12	2	Astspitze tot
7	11	9,89	0,70	4	0	78	15	210	40	180	98	157	7	13	0	„ „
8	12	10,08	0,67	3	0	65	10	228	23	205	28	222	8	10	2	„ „
9	13	10,22	0,69	3	0	1	0	12	0	14	0	14	4	0	0	„ „
10a	14	10,37	0,71	4	0	15	0	140	2	146	6	164	5	3	0	
10b	14	10,37	—	—	0	19	0	124	2	136	3	151	12	4	0	Ersatzgipfel
11	15	10,42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	abgestorbener alter Gipfel
12	16	10,56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13	17	10,61	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Summe	—	—	—	—	—	—	94	9189	292	1668	668	1546				
In %	—	—	—	—	—	—	4,7	95,3	14,9	85,1	30,2	69,8				
							1,5	30,8	4,7	27,0	10,8	25,0				

[1]) Die darunterliegenden 4 Wirtel waren vertrocknet.

[2]) Die angeführten Werte sind Durchschnittswerte aus 10 Einzelmessungen.

Abb. 13. Kiefer. Bei Eiland in Abt. 10 über der Wand. Fraßform III—IV. 1940

mehrjährigen Ruhe verkriechen, so häuten sie sich nicht mehr. Es treten nur physiologische Veränderungen ein, die auch im Ausblassen der Färbung kenntlich werden. Es bildet sich eine gelbe Färbung.

Die *Lyda*-Larven sind sowohl im Humus als auch im Sand zu finden. Besonders bevorzugt wird jene Schicht des Humus, das ist in 10—15 cm Tiefe, an die der Sand anschließt und die Larven sind auch in dieser Grenzschicht in 20 cm Tiefe gelegentlich zu finden. In dem darunter liegenden reinen Sand liegen die Larven niemals. Die Larven liegen während des Winters somit im gefrorenen Boden.

Die Larven liegen in ellipsoidischen Erdtönnchen, die sie sich durch wälzende und schnellende Bewegung formen, wie man es in entsprechend großen Küvetten beobachten kann. Die Längsachse liegt waagrecht und mißt entsprechend der Körperlänge der Tiere 0,9—1,8 cm. In diesen Tönnchen liegen die Larven in der Regel auf dem Rücken und sind hinter den Thoraxsegmenten stark abgebogen, wie dies auch bei den rückwärtigen Abdominalsegmenten der Fall ist. Die Larven ähneln den Bildern von der Fichtengespinstblattwespe in den Arbeiten von Parst oder Schwerdtfeger.

In den Tönnchenwandungen ließen sich keine Gespinstfäden nachweisen. Die Sekretion der Spinndrüsen erscheint somit versiegt. Dieses Versiegen dürfte bereits zur Zeit der Abspinnreifung eintreten.

2. Äußere Baueigenheiten der Larve

Die Gestalt wie auch deren Segmentierung ist bekannt. Der Fühler ist fadenförmig und besteht aus 7 Gliedern, die sich gegen die Spitze ver-

jüngen und dunkler werden. Die schlanken, stark chitinisierten Beine bestehen aus 5 Gliedern. Das 4. Glied ist dunkel gefärbt, während der Tarsus spitzig und farblos ist. Der dreigliederige Nachschieber ist schlank und läuft in eine dunkel gefärbte Spitze aus. Über Größe und Gewicht der Larve gibt folgende Tabelle Aufschluß (Tabelle 7).

Tabelle 7

Ergebnis aus 50 Einzelmessungen an Bodenlarven. 10. April 1940

	Minimum	Maximum	Mittelwert
Länge in cm	1,1	2,0	1,56
Frischgewicht in mg	47	166	104,3
Trockengewicht in mg	13	55	33,8
Wassergehalt in %	59,3	75,5	67,4[1])

An den Larven findet man wie an den Afterraupen noch Stigmen, und zwar insgesamt an jeder Seite 9. Dieses entspricht der Norm bei Blattwespenlarven, denn nach ENSLIN haben die Afterraupen am 1. und am 4.—11. Körpersegment Stigmen.

3. Die Farbe der Larve

Die meisten Larven sind dottergelb und annähernd 3% olivgrün. Diese letzteren färben sich nach einiger Zeit gelb, wie im Kleinversuch beobachtet wurde, oder bleiben grün und ergeben auch grüne Puppen. Die hieraus hervorgehenden Imagines zeigen keine auffälligen Unterschiede. Wir fanden große grüne Puppen, aus denen weibliche Imagines schlüpften. Die Grünfärbung schien dennoch kein Geschlechtsmerkmal zu sein, denn es schlüpfen weibliche Tiere auch aus gelben Larven oder Puppen.

4. Trennung der Larven nach Generationen

Bereits SCHEIDTER (1926, S. 203) erwähnt das Auftreten der Puppenaugen an den Larven und weist darauf hin, daß man dadurch die diesjährig ausschlüpfende Generation erkennen kann. Hier sah man ebenfalls bei einer Anzahl von Larven bereits im Februar (1940) die Puppenaugen durchscheinen. Im weiteren Verlauf der Entwicklung verfärbt sich das leuchtende Gelb dieser zur Verpuppung sich vorbereitenden Tiere in Braungelb. Diese Tiere stellen die Imaginalgeneration 1940 dar. Für die Praxis genügt es, wenn im März die Feststellung der Zahl der im Frühjahr schwärmenden Wespen nach den Puppenaugen vorgenommen werden kann (SCHEIDTER 1916, S. 100).

Wie bereits SCHEIDTER die im kommenden Frühjahr schlupfreife Generation auf Grund morphologischer Merkmale erkannte und das Ausmaß

[1]) Im Februar des gleichen Jahres betrug der Mittelwert 73%.

der zum Schlupf sich vorbereitenden Tiere bestimmen konnte, so versuchte ich eine solche Bestimmung auf direktem Wege.

Die starren, bei 11° C Kälte am 6. Januar 1940[1]) ausgegrabenen und eingebrachten Tiere zeigten im Laboratorium bei Lichtzutritt lebhafte Beweglichkeit. Ein Teil der Larven besaß bereits durchscheinende Augen und diese Larven entwickelten sich innerhalb von 24 Tagen zu Imagines. Es waren 27,7% der eingebrachten Larven. Die Imagines schienen normal geformt. Eine Wiederholung des Versuches mit Material vom 1. Februar 1940 ergab bereits nach 2 Wochen 23,1% gut geformte Imagines. Von beiden Versuchen blieben im Terrarium nur Larven ohne Augen zurück und diese können einer nächstjährigen Imaginalgeneration zugerechnet werden.

Eine Überprüfung dieses Schlupfergebnisses durch Zählung auf Grund fehlender oder vorhandener Puppenaugen an anderen Proben im April[2]) des gleichen Jahres an ungefähr gleicher Stelle im Revier (Jagen 41) ließ ein Schlüpfausmaß vom 26,6—34,1% der bestehenden Bodenreserven erwarten. Es zeigt sich somit, daß ein Schlüpfversuch im Winter mit zu dieser Zeit eingebrachten Larven zu praktisch gleichen Ergebnissen führt wie die Feststellung der Larven mit Puppenaugen.

Untersucht man die Bodenlarven von Januar bis April auf ihre prozentuelle Zusammensetzung[3]) an Larven mit Augen, Puppen und Imagines, so findet man gegen das Frühjahr eine Zunahme der Larven mit Augen und anfangs April 1940 bereits bis 30% Puppen. Im Mai sank die Zahl der Puppen, aber statt dessen traten geschlüpfte Tiere auf (bis 20%).

Bei diesen Prüfungen wurde ebenfalls festgestellt, daß die Entwicklung der Larven von der Lage des Waldstückes abhängig war. Südlehnen waren in der Entwicklung der Bodenfauna gegenüber Nordhängen voraus. In Abteilung 43 (Revier Tyssa), wo der Humus von den Wildschweinen abgedeckt worden war, liegen die Larven seicht im humusführenden Sand und sind in der Entwicklung etwas den übrigen voraus. In ähnlicher Weise beobachtete Altum (1899) nach dem Umhacken des Bodens zwecks Bekämpfung der Larven einen um wenige Tage beschleunigten Fluganfang.

4. Die Puppe

Bevor die Bodenlarve sich verpuppt, das in unserem Gebiet wohl meist im 3. Jahr während der letzten Wintermonate vor sich geht, beobachtet man am Kopf das Auftreten sogenannter Puppenaugen (s. auch Scheidter). Über das Aussehen der Puppe verweise ich auf die recht ähn-

[1]) Zu dieser Zeit lag eine 70 cm hohe Schneedecke.

[2]) Der Schnee war größtenteils abgetaut.

[3]) Es wurden 25 Bodenproben untersucht und dabei 50—530 Larven je Quadratmeter gefunden. Bei den Zählungen wurde wegen der großen Unregelmäßigkeit in der Verteilung stets $^1/_2$ qm ausgestochen und durchsucht. Die Höchstzahl von 530 wurde unter einer großen Kiefer ermittelt.

lichen Formen bei *Lyda erythrocephala* (SCHWERDTFEGER). Das Puppenstadium selbst dauert nur wenige Wochen. Nach PARST (1916) währt die Puppenzeit der Fichtengespinstblattwespe 10—14 Tage. Bei *Lyda stellata* spricht ALTUM (1899) von einer 8tägigen Puppenzeit. Eine ähnlich kurze Puppenruhe kann mit Recht auf Grund unserer Beobachtungen bei den Zählungen der Bodenreserven sowie der Versuche in Schalen und Küvetten feststellen. Die Entwicklungsdauer ist von der Temperatur weitgehend abhängig, wie es SCHWERDTFEGER für *Lyda erythrocephala* nachgewiesen hat.

Die freie Puppenform schien gegen Umweltveränderungen äußerst empfindlich zu sein. Es gelang nur in wenigen Fällen, die aus dem Freiland eingebrachten Puppen im Terrarium zum Schlüpfen und zu flugfähigen Imagines aufzuziehen, wohl aber erhielt man aus den im Laboratorium verpuppten Larven gut entwickelte Imagines.

Das durchschnittliche Ausmaß von Länge, Frischgewicht und Wassergehalt frisch eingebrachter Puppen in der Zeit vom 10. und 26. April 1940 betrug: 1,2 cm (0,7—1,6 cm), 73 mg (51—132 mg) und 77% Wassergehalt (72,7—83,0%).

5. Die Lebensweise der Imago

Wenn die Imago meist anfangs Mai geschlüpft ist, so hält sie sich zunächst mehrere Stunden, oft auch Tage noch in der Erde auf. In der feuchten Erde dauert die Härtung des Chitins sichtlich länger als an der trockenen Luft. Gräbt man im Frühjahr nach Bodenlarven, so findet man zumeist geschlüpfte Tiere mit bleichem und ganz weichem Körper. Erst nach einer Härtung des Chitinpanzers beginnen sich die Imagines durch die Erde hindurch zu arbeiten. Wenn sie an die Oberfläche gelangen, so sind sie nicht gleich flugreif, sondern kriechen noch einige Stunden auf der Waldspreu umher. Hier am Boden vollführen sie auch die ersten Flugübungen. Da nun das Schlüpfen der Imagines sich über einige Wochen erstreckt, so kann man zur Hauptflugzeit und Eiablage meist Ende Mai bis Anfang Juni die Imagines am Boden und an den Bäumen beobachten. Je nach der Größe des Bestandes hielten sich die Imagines an den kleinen Kiefern oder an den höheren Bäumen auf, und man sah sie hier immer nur kurze Flüge von Ast zu Ast vollführen oder bei warmer Sonne lebhaft an den Nadeln herumkriechen. Hier vollzog sich auch die Begattung[1]) und die Eiablage. Das Verhalten unserer Imagines ähnelt weitgehend jenem vom *Lyda erythrocephala* (vgl. SCHWERDTFEGER).

Diese Eigenart der *Lyda*, ähnlich der mancher anderer Schädlinge, möglichst nahe an den Zweigen zu bleiben, bei Wind und Regen den Ast sofort anzufliegen, hat auch das den Menschen erwähnte lästige Ver-

[1]) Nach SAJÓ (1898) findet die Begattung nur in direktem Sonnenschein statt.

halten zur Folge. Von Bedeutung aber wird dieses Verhalten bei der Beurteilung der Fraßschäden. Man sieht oft die verschiedenen Beschädigungsgrade an nebeneinander stehenden Bäumen wie auch innerhalb einer Baumkrone. Bei hohen Bäumen mit oftmals recht vereinzelt stehenden Ästen treten sehr unterschiedliche Schäden auf (Abb. 11 d).

In hohem Wald fliegen die Imagines teilweise schräg aufwärts, kriechen stückweise am Stamm oder bewegen sich in kurzen Flügen immer höher bis zu den Baumkronen und verbringen hier dann ihr ganzes Leben. Bei Regen und Wind kriechen sie rasch unter die Schuppen der Borke oder in das Nadelwerk. Im hohen Bestand hatte darum Altum (1899) einen sehr guten Erfolg mit Abfangen der Tiere an Leimringen. Die Begattung dürfte allgemein in den ersten Lebenstagen vor sich gehen, denn am 5. Tag findet man im weiblichen Tier eine große Zahl wohl ausgebildeter Eier.

Das Verhältnis von Männchen zu Weibchen wird im Schrifttum während eines Massenvorkommens verschieden angegeben. Sajó (1898) stellte ein Verhältnis von 5 Männchen zu 1 Weibchen fest und Altum (1899) ein solches von 3 : 1[1]). Auch bei den hierortigen Massenvorkommen fanden wir während der Begattungszeit mehr Männchen als Weibchen. Fanguntersuchungen müßten erweisen, ob dieses Übergewicht der Männchen während der ganzen Entwicklungs- und Lebenszeit der Imagines besteht.

Für die Fortpflanzung der *Lyda* zu lebenskräftigen künftigen Generationen schiene es nur günstig, wenn die Männchen zur Zeit der Paarung überwiegen. Es verdient darauf hingewiesen zu werden, daß Sajó (1898, S. 241) beim Begattungsspiel bei den Weibchen den kräftigen Gebrauch der Mandibeln beobachtete, wobei den Männchen manchmal Glieder abgebissen wurden. Auch wir beobachteten im Zwinger dieses Verhalten der Weibchen gegenüber den Männchen.

Nach Scheidter nehmen die Imagines kein Futter zu sich. Wir fütterten im Laboratorium geschlüpfte Imagines mit Zuckerwasser (in Watte aufgesogen), das sie gierig aufnahmen. Sie gruben dabei ihre geöffneten Mandibeln tief in die Watte ein.

Gezwingerte Imagines konnten 14 Tage am Leben erhalten werden. Nach Scheidter (Flugblatt) verteilt sich die Ablage des gesamten Eivorrates auf etwa 10—14 Tage. Die Lebensdauer, wie auch andere Lebensfunktionen werden weitgehend von der Temperatur beeinflußt. Wärme wird den Lebensablauf beschleunigen. Im allgemeinen kann man eine 14tägige Lebensdauer im Freiland annehmen.

Die morphologische Beschreibung der Imago wurde aus Platzmangel zurückgestellt und wird an anderer Stelle veröffentlicht.

---

[1]) Bei einem Massenvorkommen von *L. hypotrophica* ergaben sich nur 3% Weibchen (Wiehl 1896).

C. Die Ausbreitung der *Lyda* und die ungleiche Verteilung im Bestande

An Hand der verschiedentlichen Aufzeichnungen des Forstamtes und persönlicher Erkundungen über die Entstehung und Ausbreitung des Befalles zu dem nunmehrigen großen Schadensgebiet kann man als Ausgangsort der Kalamität die Abteilung 41 des Revieres Tyssa bezeichnen. Von hier verbreitete sich die *Lyda* gegen Nordosten in exzentrischer Weise. Daß im benachbarten Revier Markersbach ebenfalls ein Zentrum für die Ausbreitung des Befalls besteht, ist anzunehmen.

Die Bekämpfung der *Lyda* mit Spritzmitteln scheint zur Zeit unter Berücksichtigung unserer Ergebnisse zwar aussichtsreich, jedoch kostspielig. Diese Bekämpfungsart ist vor allem dort notwendig, wo der Schädling stark auftritt oder wo man ihm in seiner Wanderungsrichtung Einhalt gebieten will.

Auf Grund der Entstehungsgeschichte der *Lyda*-Kalamität läßt sich die Ausbreitung und der starke Befall der einzelnen Jagen ermitteln. Festgestellt wird dies auf Grund der Schädigung an den Kiefernkronen. Nach dem äußeren Schadbild kann die Ausbreitung als exzentrisch angesprochen werden. Aber auch das Ausmaß der Bodenreserve gibt einen Anhalt.

Die Ursache dieser exzentrischen Ausbreitung kann verschiedenartig sein. Sie kann in der Art der Bewaldung, in der Bodeneigenart, aber auch in den Windverhältnissen liegen. Man sah die *Lyda* an 15 m und noch höheren Kiefern schwärmen und solche hohe Bäume auch kahl gefressen. Von solchen, auch vereinzelt im Kahlschlag oder auf Sandsteinfelsen stehenden Bäumen wird unzweifelhaft die *Lyda* von Winden vertragen werden, trotz ihrer Eigenart sich nicht allzuweit von den Zweigen zu entfernen.

Bei einer Überprüfung der vorherrschenden Richtung schwächerer Winde (bis Windstärke 4) in den Monaten Mai bis Juni der Jahre 1927 bis 1939 schienen nordwestliche und auch südliche Winde vorherrschend zu sein. Auch die stärkeren Winde schienen bevorzugt aus dieser Richtung zu kommen. Damit würde die *Lyda* sich teilweise entgegen der vorherrschenden Windrichtung ausbreiten[1]). Man muß also noch andere Faktoren als maßgebend bei der hierortig exzentrischen Ausbreitung annehmen.

So wie auf Grund der äußeren Fraßschäden sich die Ausbreitung der *Lyda* erkennen läßt, so kann dies auch durch die zahlenmäßige Feststellung der Bodenlarven geschehen. Diese Art ist in gewisser Hinsicht verläßlicher als die Prüfung der Afterraupenmenge durch Kotauffänge.

---

[1]) Nach BRAUNMÜHL (1930) folgte die *Lyda* in ihrer Ausbreitung der örtlichen Windrichtung, sogar Überflüge auf weite Entfernungen wurden beobachtet.

Diese Feststellungen sind für eine geplante Bekämpfung aufschlußreich, weil sie uns Menge und Art der Bodenlarven ermitteln lassen.

Die Durchführung der Bodenuntersuchungen war nicht schwierig, da die Larven in dem lockeren Erdreich zufolge ihrer Farbe nicht übersehen werden können. Es wurde stets $^1/_2$ m² Bodenfläche untersucht.

Bereits bei den Fraßschäden an den Kiefern wurde festgestellt, daß der Befall der Bäume recht ungleich sein kann. Es ist nicht anzunehmen, daß sich die Kiefern selbst durch einen Stoff oder die größere Menge eines Stoffes unterschieden. Ich halte es vielmehr für eine Auswirkung der Eigenart der Imagines, möglichst nahe des einmal angeflogenen Astes zu bleiben. Meist waren unter den wenig befressenen und unter den kahl gefressenen Kiefern wenig Bodenlarven. Bodenbeschaffenheit wie Steine und Wurzelwerk beeinflussen das Ergebnis einer Zählung, so daß nicht nur jeweils mehrere Grabungen, sondern auch an geeigneter Stelle Grabungen vorgenommen werden müssen. Bei günstigen Bodenverhältnissen breiten sich die Bodenlarven unterhalb der Schirmfläche einer Kiefer aus. Im jungen Stangenholz verwischen sich solche Abgrenzungen.

Bei der Abgrenzung des Schadensgebietes bilden sich mehr oder weniger große Zonen des Überganges. Scharfe Grenzen entstehen gelegentlich durch Fichtenwald (vgl. Abb. 1 und 2) oder auch durch Felskämme. Ebenso scheinen mir stark Wind ausgesetzte Lagen die Ausbreitung zu hindern. Das spiegelt sich nicht nur in dem äußeren Bild der Kiefern wider, sondern besser noch in dem Vorrat an Larven im Boden (Bodenreserve).

Während der bisherigen, vielen Befallsjahre wechselte naturgemäß in den einzelnen Abteilungen die Befallsdichte, denn neue Abteilungen wurden heimgesucht und ältere Bestände nach Kahlfraß verlassen. So erscheint mir nur bemerkenswert, wie hoch die Befallsdichte steigen kann. Zur Messung eignen sich die Bodenlarven, weil bei weit vorgeschrittenem Fraß nicht alle Raupen die Vollreife erlangen. Die Raupen benötigen zum Überdauern der mehrjährigen Ruhezeit einen entsprechenden Vorrat an Reservestoffen, den sie sich erst in den letzten Entwicklungsstufen erwerben können. So haben wir in der Bodenreserve den Vorrat an Wespen, der uns schädlich wird. Die höchste Besatzdichte im Jahre 1940 waren rund 600 Larven je Quadratmeter. Das bedeutet für einen größeren Baum eine tausendfache Anzahl von Raupen.

Diese Höchstzahl von Bodenlarven fand sich unter Kiefern der Fraßform III und auch III—IV. Ein solcher starker Befall kann die Kiefer in wenigen Jahren zum Absterben bringen. Die Raschheit der Schädigung wird natürlich von der Lebenskraft der Kiefern abhängen und nicht in jedem Bestand gleich sein. So erwähne ich, daß bei Probefällungen im Gebiet von Arzberg an mittelgroßen Kiefern bis 400 Raupen gezählt wurden, das einer weit geringeren Besatzdichte im Boden entspricht.

Man muß somit bei einer Bodenreserve von 100 Larven je Quadratmeter den Bestand als gefährdet bezeichnen, zumal man nicht weiß, ob ein kommendes Jahr für die Eiablage und Entwicklung der Afterraupen sich als sehr günstig erweisen wird.

D. Der jährliche Holzzuwachs der von *Lyda* befallenen Kiefern

Durch die Schäden an den Assimilationsorganen, wie es in den 4 Beschädigungsgraden veranschaulicht wurde, wird der jährliche Holzzuwachs mehr oder weniger stark herabgesetzt. Das Ausmaß dieser Verminderung ist für die Praxis von wesentlicher Bedeutung, nicht nur für die Berechnung an Ertrag, sondern auch für die betriebswirtschaftlichen Maßnahmen. Darum wurde mit Hilfe von Probefällungen oder durch Zuwachsbohrer der Zuwachs der durch *Lyda*-Fraß heimgesuchten Kiefern ermittelt.

Es wurden möglichst regelmäßig geformte Kiefern mit ausgeprägter Zugehörigkeit zu einem der geschilderten Beschädigungsgrade (Fraßform I bis IV) herausgesucht. Der Bohrspan oder die Stammscheibe wurde in ungefähr 1 m Höhe über dem Boden entnommen. Es ist selbstverständlich, daß der Bohrspan durch das Mark hindurchgehen muß, das bei Kenntnis der Stammarchitektonik ohne weiteres auch bei Bäumen an Hängen gelingt. Einige Beispiele sollen nun die jährlichen Wuchsleistungen veranschaulichen.

Tabelle 8 bringt die Zuwachsmessungen an den 4 Halbmessern einer Stammscheibe. Die einzelnen Jahrringstärken längs der 4 Halbmesser sind verschieden. Vom Jahre 1927 an treten bei den Einzelwerten wie auch dem Mittelwert plötzlich niedrige Werte auf. Diese Verminderung setzt sich gegen die Außenseite immer mehr fort, so daß an der Außenseite selbst die Jahrringe fast unkenntlich werden.

Eine weitere Tabelle (Tabelle 9) veranschaulicht ebenfalls den Abfall im jährlichen Zuwachs an Hand von Bohrspänen. Die Zuwachsverminderung wird um so stärker, je größer die Verluste an Assimilationsorganen sind. Geringe Schwankungen lassen sich unschwer aus den alljährlich ungleichen Wachstumsenergien verstehen, wie auch aus den naturgemäß nicht alljährlich gleichen Fraßschäden. Aus den wiedergegebenen Messungen erkennt man jedoch eine zunehmende Steigerung der Schädigung bis zum Wachstumsstillstand.

Der Beginn der Zuwachsverminderung ist bei den einzelnen Kiefern nicht gleich gut ausgeprägt, das, wie bereits gesagt, durch die ungleichen Wachstumsenergien bedingt ist. Trotzdem aber sieht man deutlich, daß der Zuwachs innerhalb einer kurzen Zone abnimmt und sich bis zum praktischen Wachstumsstillstand steigert. Die Jahrringmessungen zeigen bei den Kiefern mit starken äußeren Schädigungen am Nadelwerk auch die größten Wachstumsabnahmen, so daß also die Einteilung der Kiefern

nach äußeren Merkmalen zum Zweck einer leicht benutzbaren Schätzungsform günstig erscheint.

Aus diesen Messungen ergibt sich, daß jede Abteilung des Waldes mit vorwiegend dieser oder jener Fraßform, wie es durch Schätzung ermittelt werden kann (vgl. Abschnitt B 2: Fraßformen), einen mehr oder weniger großen Ausfall an Zuwachs besitzen wird. An Bohrspänen läßt sich das Siechtum der befallenen Kiefern unschwer nachweisen und veranschaulichen, wieviel Jahre praktisch kein Zuwachs mehr vorhanden ist. Dies gibt die Grundlage für entsprechende wirtschaftliche Maßnahmen.

E. Die natürlichen Feinde der *Lyda stellata*

Bei den Untersuchungen über die Lebensweise der *Lyda stellata* wurden bisher nirgends eingehend irgendwelche Feinde und insbesondere Parasiten behandelt. Allgemein zählte bereits Müller (1824) als Feinde der Blattwespen auf: Ichneumoniden, Mordwespen (*Sphex*), Carabusarten, Vögel, Waldmaus, Eichhörnchen.

Die großen Feinde der *Lyda* zu denen noch Igel, Krähe und Wildschwein kommen, können für eine Mithilfe in der Bekämpfung eines Massenauftretens nicht in Betracht gezogen werden. Sie werden entsprechend ihrer Größe und Freßfähigkeit auf die Dauer aus physiologischen Gründen versagen müssen. Dies hat sich, wie geschildert, beim Einsatz von Hühnern gezeigt. Bei Wildtieren dürfte die Einseitigkeit der Ernährung noch früher als sonst zu einer Abneigung gegen das Raupen- oder Larvenfutter führen. Die Abneigung kann schließlich zu einer Abwanderung führen. Diese Ansicht bestätigt sich in unserer Beobachtung, daß Schwärme von Staren sich nur kurze Zeit in dem *Lyda*-Gebiet aufhielten. An sich sind Vogelschwärme im Schadgebiet nur Zufallserscheinungen. Aus solchen Gründen ist ein Eingehen auf die kleinen Feinde der *Lyda* notwendig.

Es seien einige Beobachtungen über Parasitenbefall an unserer *Lyda* wie auch an der bereits näher untersuchten Fichtengespinstblattwespe u. a. mitgeteilt. Zwischen diesen Arten besteht manches Gemeinsame, so daß ihre Einbeziehung zweckdienlich erscheint.

1. Bei der Fichtengespinstblattwespe (*Lyda hypothrophica* Htg.) war nach Lang (1894) die Kamelhalsfliege (*Raphidia ophiopsis*) als Vertilgerin von Eiern und jungen Räupchen hervorgetreten. In unserem Schadgebiet konnten wir diese Fliege nicht beobachten.

So wie hier bei *Lyda stellata*, so bemühte sich Parst (1916, S. 81) bei der Fichtengespinstblattwespe Parasiten zu finden. Er schreibt: „Einige Hoffnung wurde im Frühjahre 1912 auf die in der Oberhaut nahezu sämtlicher *Lyda*-Larven bemerkbaren, ovalen, kleinen schwarzen Flecke gesetzt, welche anfänglich als Stiche von Parasiten angesehen, von der forstlichen Versuchsanstalt in München (Scheidter) als von mechanischen

Tabelle 8

Zuwachsmessungen an der Stammscheibe von der Basis einer 40jährigen, wurde in Tabelle 6

	Jahrringe	Wachstumsjahr 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Jährl. Zuwachs i. mm an den 4 Halbmess.	r_1	1,3	3,2	3,6	4,6	1,8	1.3	1,4	1.8	4,7	3,1	2,3	3,3	3,3	3,2	3,0	1,7	2,8	1,3
	r_2	1,2	3,3	2,8	3,8	1,8	0,6	1,0	1,4	4,3	2,4	2,9	4,3	4,4	4,5	3,4	2,7	2,8	1,7
	r_3	1,3	2,5	2,9	3,7	1,6	0,5	1,2	1,4	3,9	2,8	2.9	3,9	2,9	3,7	2,3	1,9	3,4	1,7
	r_4	1,4	4,5	4,3	6,4	2,9	1,3	1,9	3,1	6,1	4,2	4,8	6,0	5,2	5,3	4,2	3,9	4,1	2,5
Mittlerer Jahreszuwachs		1,30	3,37	3,40	4,62	2,02	0,92	1,37	1,92	4,75	3,12	3,22	4,37	3,95	4,17	3,22	2,55	3,27	1,80

Tabelle 9

Messung des jährlichen Zuwachses an Bohrspänen von der Basis ver- Millimeter. Bäume aus Abt. 13

Zeit (Jahr)	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918
Fraßform I—II . .	—	—	3,40	2,67	1,64	0,85	0,76	0.78	0,39	0,41	1,37	1,35	1,36	1,74	1,38	1,79	1,21
Fraßform II . . .	—	—	—	—	—	1,22	2,61	2,80	3,18	2,92	2,86	3.47	3,54	3,28	3,54	3,45	2,89
Fraßform III . . .	1,30	3,37	3,40	4,62	2,02	0,92	1,37	1,92	4.75	3,12	3,22	4,37	3,95	4,17	3,22	2,55	3,27
Fraßform III . . .	—	—	—	—	—	2,11	2,21	2,78	2,78	0,81	2,22	2,13	2,99	1,40	2,00	2,29	2,10

Verletzungen herrührend, festgestellt wurde. Ebenso erwiesen sich im Innern der Larven durch die Oberhaut durchscheinenden, unregelmäßig geformten, schwarzen und durch Druck verschiebbaren Fremdkörper nur als Harzreste, die vor dem Beziehen des Puppenlagers nicht mehr ganz abgegeben wurden". Andererseits sei darauf hingewiesen, daß ECKSTEIN (1930) bei Larven von *Lyda stellata* schwarze Körper als unter Melaninbildung eingekapselte Tachinenlarven beobachtet hat.

Wir fanden in den Bodenlarven unserer *Lyda* ebenfalls die erwähnten schwarzen Körperchen in zweierlei Formen auf. Einmal waren diese Körperchen eiförmig, schwarz, selten braunrot bis rotschwarz, hohl und äußerst hart. Die Länge betrug 0,8—1,2 mm. Sie lagen beweglich im Körper und konnten durch Druck hin und her bewegt werden. Bei Tieren mit solchen Körpereinschlüssen konnte ein Einstichkanal nicht festgestellt werden. Die andere Form der Einschlüsse war stets durch einen engen, ebenfalls schwarzen feinen Kanal mit der Außenwand der Larve verbunden. Wo dieser Kanal in die Außenwand mündete, war die nächste Umgebung scharf abgegrenzt melanisiert (Abb. 14).

Man muß vor allem die letztgeschilderte Form als Parasitenbefall ansprechen, dem die *Lyda* mit starker Melaninbildung begegnen konnte. Dieser Nachweis drängt zu der Frage, ob die lose im Larvenkörper aufgefundenen Körperchen nicht bereits losgelöste Körper sind und bei denen

durch *Lyda*-Fraß geschädigten Kiefer. Die Fraßschädigung dieses Baumes wiedergegeben

von 1902—1940

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
2,6	1,9	2,7	2.5	2,7	2,1	1,2	1,3	1,0	1,1	1,2	1,2	0,8	0,3	0,2	0,6	0,4	0,084	0,072	0,030	0,014
2,2	1,6	2.3	2,4	2,4	2,6	2,0	1,7	1,0	1,1	1,2	0,7	0,6	0,3	0,4	0,5	0,4	0,138	0,123	0.027	0,012
2,6	1,6	2,2	1,9	2,1	2,8	1,9	1,6	0,7	0,9	1,4	1,4	1,1	0,9	0,7	0,7	0,6	0,135	0 087	0,063	0,015
4,2	3,2	3,8	3,6	3,5	3,9	3.5	2,2	1,7	1,3	2,4	1,6	1,7	1.1	0,7	0,8	0,6	0,092	0,088	0,014	0,006
2,90	2,07	2,75	2,60	2,67	2,85	2,15	1,70	1,10	1,10	1,55	1,22	1,05	0,65	0,50	0,65	0,50	0,112	0,092	0,033	0,012

schieden alter und verschieden stark geschädigter Kiefern. Zuwachs in (Revier Tyssa). 1940

1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940
1,54	0,94	0,96	1,32	1,40	1,49	1,47	0,93	0,89	0,76	1,14	1,02	1,13	1,00	1,18	1,32	0,91	0,50	0,30	0,36	0,24	0,39
3,30	2,59	1,83	1,98	2,10	2,18	2,09	2,41	2,76	2,40	2,19	3,34	3,31	3,80	2,16	1,70	2,32	1,36	1,61	0,92	0,30	0,60
1,80	2,90	2,07	2,75	2,60	2,67	2,85	2,15	1,70	1,10	1,10	1,55	1,22	1,05	0,65	0,50	0,65	0,50	0,11	0,09	0,03	0,01
1,73	1,91	0,84	1,49	1,21	0,78	0,53	0,54	0,71	0,69	0,50	0,23	0,17	0,12	1,28	1,26	1,76	0,22	0,19	0,18	0,15	0,01

der Einstichkanal vollkommen verheilt war. Auch für diese Ansicht ergaben sich manchmal Anhaltspunkte.

2. Große Hoffnungen wurden auf die Auffindung einer angriffsfreudigen und rasch sich vermehrenden Schlupfwespe gesetzt, die entweder die Eier oder die Afterraupen als Wirtstier benützt.

Bei *Cephaleia abietis* (*Lyda hypotrophica*) fand Lang in den 90er Jahren wenige Exemplare von *Xenoschesis fulvipes Grav.*, die praktisch bedeutungslos erschienen. Auch Sihler berichtet, daß in Württembergisch-Oberschwaben während der Jahre 1911—1913 das Mitschwärmen von Ichneumoniden (*Homaspis narrator Grav.*) mit Lyden beobachtet wurde. Parst gibt an, daß nach Abflauen einer Kalamität Schlupfwespen nicht näher bestimmter Art auftraten und verweist auch auf die Arbeit von Baer, wonach *Polycinetis aethiops Grav.* die fast erwachsenen *Lyda*-Larven angriff. Scheidter stellte in einigen Larven *Prosmorus rufinus Grav.* fest, ebenso einige Tachinen, die nicht bestimmt wurden. Letzthin fand Schwerdtfeger (1941) bei *Acantholyda erythrocephala* die Schlupfwespe *Xenoschesis fulvipes Grav.* und die Tachine *Exorista aberrans Rondani.*

Alle diese näher bezeichneten Parasiten wurden bisher in *Lyda stellata* mit Ausnahme von *Xenoschesis fulvipes* nicht gefunden. Wir fanden unsere Lyden im Jahre 1940 nur mit dieser Schlupfwespe reichlich vergesellschaftet (Abb. 15). Andere Schlupfwespen konnten nicht

gefunden werden, auch nicht *Trichogramma*, die anderwärts verschiedentlich in hohem Prozentsatz die Eier abhütete (siehe ESCHERICH Bd. V, S. 43).

3. Bereits durch mündliche Äußerungen der Forstbeamten im Jahre 1935 aufmerksam gemacht, beobachteten auch wir in den vergangenen Jahren mit der *Lyda* vergesellschaftete Tachinen. Auch bei den Er-

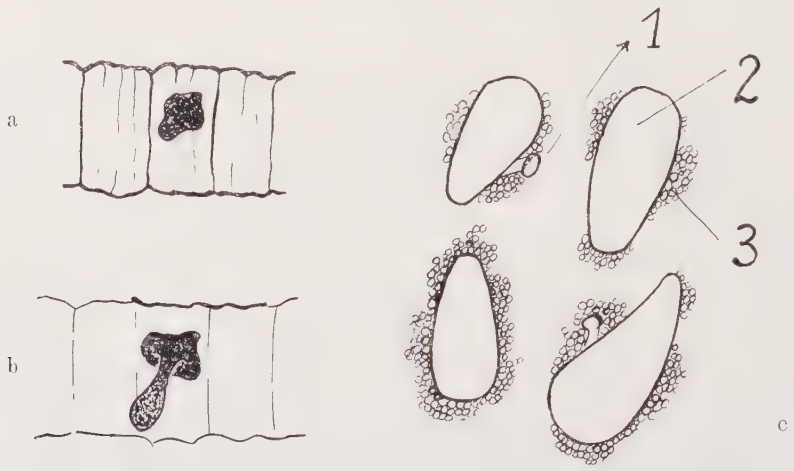


Abb. 14. Melanisierte, teilweise bewegliche Körper in den Larven der *Lyda stellata*. *a* Teil des Körpers der Larve von außen mit schwarzer, scharf begrenzter Stelle. *b* Das gleiche von innen gesehen. *c* Frei bewegliche Körperchen: 1. Rotglasiges Köpfchen. 2. Schwarzer und hohler Melaninkörper. 3. Gelbe, körnige Substanz

mittlungen der Bodenreserve fanden sich neben den abgestorbenen Larven oftmals Tönnchen einer Fliege. Desgleichen wurde bei der Suche nach kranken Larven eine große Anzahl isoliert, aus denen im Laboratorium die Tachine *Pseudopachystylum goniacoides Zett.* schlüpfte [1]).

Abb. 15. Schlupfwespe *Xenoschesis fulvipes Grav.* Ungefähr natürl. Größe. 1940

Die von der Tachine befallenen Bodenlarven erschienen im mittleren Körperabschnitt etwas aufgetrieben und wenig beweglich. Sie sind unschwer auszusuchen. Beim Öffnen der Larve zeigte sich eine einzelne Made als Parasit. Wahrscheinlich wird die Afterraupe während der letzten Entwicklungsstadien von der Fliege mit dem Ei belegt. Jedenfalls entwickelt sich die Made erst in der Bodenlarve und überwintert mit ihr. Die Hauptentwicklungszeit der Made geht in der Bodenlarve vor sich, so daß die Afterraupe sichtlich nicht früher

[1]) Für die Bestimmung danke ich Herrn Professor Dr. E. TITSCHACK (Hamburg).

als sonst ihren Fraß beendet. Im zeitigen Frühjahr kriechen die Maden aus ihren Wirtstieren heraus und verpuppen sich in Tönnchen. Die Entwicklungsdauer der Tachine ist bestimmt einjährig.

Die Fliegentönnchen waren länglich oval, hatten eine durchschnittliche Länge von 10 mm und ein Gewicht von 60 mg. Die Grenzwerte betrugen bei der Länge 8,3 und 11,7 mm und die Lebendgewichte schwankten zwischen 25 und 95 mg (Durchschnitt aus 100 Stück im Freiland gefunden). Die Tönnchen waren anfangs gelblich und verfärbten sich mit zunehmender Reife rotbraun bis schwärzlich. Die Tachinen schlüpften Ende Mai. F. Eckstein (1930) berichtet von einer bis 60prozent. Tachinose, wobei die Maden allerdings, wie bereits erwähnt, zum Teil durch Einkapselung durch den Wirt wieder unschädlich gemacht waren (siehe Escherich, Forstinsekten V, S. 44).

Die Larven der *Lyda* mit Tachinenmaden besaßen keine Puppenaugen. Dies dürfte weniger ein Gegenbeweis dafür sein, daß die Tachine nicht etwa zweijährig sondern nur einjährig ist, als vielmehr, daß sich die Larve infolge des Parasitenbefalls nicht weiter entwickeln kann.

Eine Fliegenmade benötigt fast die ganze Bodenlarve zur Nahrung. Das ergibt sich nicht allein aus der Größe der Fliegenmade im Vergleich zur Larve der *Lyda*, als auch aus dem Gewicht, denn die Bodenlarve besitzt nicht einmal das doppelte Durchschnittsgewicht der Fliegentönnchen.

4. Unter den natürlichen Feinden der Blattwespen nennt Müller (1824, S. 57) die Ameise *Formica herculanea* Lin., „welche die Afterraupen auf dem Boden fortschleppten und töteten". Für andere Schädlinge unserer Kulturen erwies sich die Ameise ebenfalls als natürlicher Feind, wie Sajó (1902) feststellte. Ebenso bewährte sich die Waldameise bei der Bekämpfung von Kohlweißlingsraupen und vielen anderen Schadinsekten (Burgwedel 1917, Rössler 1941). Über die Systematik der Ameisen gibt uns die Arbeit von Gösswald genauen Aufschluß. Die Ameisen haben für die Ausnutzung als Helfer gegen eine Schädlingsplage besonders gegenüber ausgesprochenen Parasiten den Vorteil, bereits vor dem Massenauftreten des Schädlings am Platze zu sein und sie kommen in der Mithilfe nicht zu spät. Den Nutzen kennzeichnet Gösswald eingehend an Hand des Schrifttums und es sei dessen Versuch und Beobachtung einer Bekämpfung von *Lophyrus pini* mittels der Ameisen erwähnt. Hier wird der Erfolg des Einsatzes der roten Waldameise (*Formica rufa rufo-pratensis minor*) in unwiderleglicher Weise geschildert, und es ist wohl anzunehmen, daß sich die rote Waldameise gegenüber *Lyda stellata* ebenso verhalten würde.

In dem Schadensgebiet von Arzberg (Bayr. Ostmark) wird seit vielen Jahren die Waldameise von Cantzler mit gutem Erfolg gezüchtet[1]). Die

[1]) Für die brieflichen Mitteilungen danke ich auch an dieser Stelle Herrn Oberforstmeister Th. Cantzler, Schirnding.

Zucht und Massenvermehrung im Walde gelang bei *Formica rufa rufopratensis major* sowie *minor*, worüber auch im Schrifttum berichtet wurde (CANTZLER). Tatsache ist nun, daß in dem Schadensgebiet von Arzberg die *Lyda stellata* seit mehreren Jahren nur noch in unerheblichem Maße auftritt. Zufolge der Beobachtungen von CANTZLER greift die Ameise die *Lyda*-Larven an und schleppt sie auch in den Bau. Auf den Straßen der Ameisen beobachtete man besonders im Juni und Juli das Einbringen der Larven. In den Waldungen unseres Schadgebietes findet man die Ameise allgemein sehr selten und sie beschränkt sich auf wenige kleine Staaten. Der Grund dafür ist nicht bekannt, doch hebe ich hervor, daß der Ameisenlöwe hierorts in manchen Jahren in großer Zahl auftritt und auch mit zur Schwächung der Ameisenvölker beitragen wird. Vielleicht ist auch der Mensch selbst die Ursache des starken Rückganges der Ameisenvölker (vgl. GÖSSWALD 1940).

Irgendwelche Schäden der Massenvermehrung der Ameise oder nur Nachteile für das Nisten der Vögel ist bisher nicht bekannt geworden. Ich erinnere mich, in manchen Mischwaldungen Kärntens viele und große Ameisenhaufen vorgefunden zu haben, ohne daß ich daselbst einen Mangel an Kleinvögeln beobachtet hätte, im Gegenteil. Darum wird auch in unserem Schadensgebiet die Ameisenfauna untersucht, um die rote Waldameise zu verbreiten, bzw. einzuführen nach Methoden, wie sie von GÖSSWALD (1940) und CANTZLER beschrieben werden.

5. Wohl nur als gelegentliche Vertilger der Afterraupen oder Imagines kommen Spinnen in Betracht. Nach MÜLLER (1824) fingen sich in den Netzen Blattwespen. SAJÓ (1898) stellt fest, daß die kleinen und noch jungen Afterraupen in den Spinnen recht energische Feinde haben.

6. Im Boden wurden gelegentlich verpilzte Larven aufgefunden. Recht ähnliche Abbildungen eines solchen Pilzbefalls bei einer anderen *Lyda*-Art bringt SCHWERDTFEGER (1941). Von Bedeutung schienen diese Mykosen nicht, da bei der Einzellage der Larve im Erdreich eine Masseninfektion aussichtslos war.

Wurde vorangehend auf die Verbreitung der *Lyda* in Mitteleuropa eingegangen und einige *Lyda*-Herde aufgezeigt, so müssen wir weiterhin bemüht bleiben, auch in diesen Gebieten nach den natürlichen Feinden zu suchen und gegebenenfalls solche natürliche Feinde einzubürgern. Bei der Tachine wäre dies keineswegs allzu schwierig, da diese Tachine auch Raupen der Forleule befallen soll. Auch erloschene Schadensgebiete wären in ihrer faunistischen Zusammensetzung zu prüfen, um festzustellen, ob einerseits noch Reste der *Lyda* vorhanden sind und ob Parasiten ähnlich der hier genannten vorkommen und die mögliche Eindämmung des *Lyda*-Vorkommens verursachen.

F. Kurze Besprechung der Ergebnisse unter Berücksichtigung einer Bekämpfung der *Lyda*

Das Schadensgebiet der *Lyda stellata* wurde hinsichtlich seiner Lage kurz gekennzeichnet und dargetan, in welchem Ausmaß daselbst seit vielen Jahren durch diesen Schädling Verwüstungen angerichtet werden, ohne daß es bisher möglich war, diese einzudämmen oder gar den Schädling auszurotten. Die *Lyda* ist hier über ein Gebiet von nahezu 2000 ha Wald mehr oder weniger stark verbreitet. Einige hundert Hektar Kiefernwald wurden im Laufe der Jahre vernichtet, teils abgeholzt, teils viele Jahre stehen gelassen, so daß der Verlust an Ertrag eine beträchtliche Höhe erreicht hat.

Meine bereits 1935 einsetzenden Beobachtungen verschafften mir bald die Gewißheit, daß dieser Schädling zu den hartnäckigsten Waldverderbern gehört und daß die befallenen Kiefern langsam und erst nach mehreren Jahren so weit geschädigt sind, so daß sie absterben. In dieser schleichenden Art der Schädigung liegt eine große Gefahr, die nur zu leicht vernachlässigt wird. Allein dadurch, daß der jährliche Zuwachs der befallenen Kiefern gering und oft praktisch Null ist, entstehen uneinbringliche Verluste, so daß die Bearbeitung der Biologie der *Lyda* gerechtfertigt ist, um so mehr als, wie die geschichtliche Darstellung zeigte, die üblichen Bekämpfungsweisen meist versagt haben und arsenhaltige Bekämpfungsmittel möglichst durch andere Mittel ersetzt werden sollen.

Das Schadensgebiet ist dadurch bereits gekennzeichnet, daß die Kiefernbestände von geringer Bonität sind. Nach Nüsslin und Rhumbler eignen sich solche Wälder für einen größeren Schadbefall. Es muß aber betont werden, daß sich eben in an sich schwachwüchsigen Beständen Schäden in stärkerem Maß bemerkbar machen. Daß solche Bestände für die Massenvermehrung eines Schädlings prädestiniert seien, möchte ich in gleicher Weise wie Altum bezweifeln[1]).

Bei der Darstellung der Lebensweise folgte ich dem Kreislauf der Entwicklung vom Ei zur Imago. Hierbei war mir die Ermittlung der Vorgänge im Leben der Afterraupe am vordringlichsten, denn gegen diese richten sich die meisten Bekämpfungsmaßnahmen.

Hervorzuheben wäre bei der Afterraupe, daß sie im Alter der 4. bis 5. Häutung eine sehr dichte Wohnröhre spinnt, die ihr bei Anwendung von Kontaktgiften einen weitreichenden Schutz bietet. Wir beobachteten, daß sich die Raupe bei irgendwelchen Störungen rasch in ihre Röhre zurückzieht. So verhielt sie sich auch beim Bestäuben im Laboratorium. Eine Bekämpfung mit Spritz- und Staubgiften müßte demnach zweckmäßig ge-

[1]) K. Escherich schreibt in seinen „Forstinsekten" (Bd. V, S. 43): „Die Angaben (daß schlechte Bestände besonders disponiert sein sollen) werden mal darauf beruhen, daß in schlechten Beständen die Folgen besonders schwer und auffallend sind (und nicht etwa auf einer Sekundarität)."

nügende Zeit vor dem Bau der Wohnröhre einsetzen. Die Giftmenge selbst wäre reichlich zu bemessen, damit der Giftstoff bis zu dem Grunde der Nadeln trifft, wo die Raupe mit dem Fraß beginnt.

Die Beschreibung der Gespinstbildung bezieht sich nur auf Tiere, die einzeln am Zweig leben. Im Freiland wird dieser Fall jedoch nicht immer vorkommen, denn schon bei der Eiablage kann man an einem Zweig oft mehrere Eier feststellen. Sind mehrere Afterraupen an einem Zweig, so entstehen dichtere und ausgedehntere Gespinste, ähnlich wie sie bei ENSLIN (1914, Abb. 30) oder KOCH (1932, Abb. 96) abgebildet werden; trotzdem lebt jede Afterraupe für sich. Das große Gespinst entsteht ja nur zufällig und ist, ökologisch betrachtet, nicht dem Gespinst von *Lyda erythrocephala* vergleichbar. Auch die Fraß- und Kotreste in den zufällig größeren Gespinsten sind nicht von den darin befindlichen, sondern von darüber lebenden Raupen hereingefallen.

Der Fraß der *Lyda* ist sehr sparsam. Messungen im Laboratorium ergaben im Durchschnitt 3,6 m Nadellänge je Afterraupe. Entsprechend der Wüchsigkeit einer Kiefer läßt sich bei ermittelter Befallsstärke das annähernde Schädigungsausmaß errechnen bzw. abschätzen. Beim Fraß beginnt die Raupe im unteren Teil des Maitriebes und beschränkt sich auch mehr oder weniger auf diesen. Zwischen der 4. und 5. Häutung geht die Raupe zum Fraß vorjähriger Nadeln über. Dadurch entstehen die büschelförmigen Benadelungen der Zweige. Die Büschel sind um so kleiner, je schwachwüchsiger die Kiefer ist. Infolge der so immer geringeren Menge an Assimilationsorganen kommt es zur Schwächung der austreibenden Knospe. Eine solche Knospe besitzt wenig Maitriebnadeln, die kaum noch für die Entwicklung einer Raupe genügen. Es muß Kahlfraß entstehen und damit ein Absterben des Zweiges eintreten.

Die Raupe frißt gewöhnlich allein an einem Zweiglein, so daß die Laboratoriumsversuche darin nicht von der Natur abweichen. Ein Gemeinschaftsfraß wie er bei anderen Tieren häufig ist und deren Entwicklung in bestimmter Weise beeinflußt (vgl. TITSCHACK, SCHWERDTFEGER), liegt nur ausnahmsweise bei *Lyda* vor und bleibt daher unberücksichtigt.

Aus dem sparsamen Fraß erklärt es sich auch, weshalb eine befallene Kiefer allmählich geschädigt wird, Jahre dahinsiecht und im Zuwachs ständig abnehmen muß, bis sie endlich stirbt. In dieser Art der Schädigung liegt eine Gefahr und der Grund oftmaliger Vernachlässigung des *Lyda*-Befalls.

Zufolge der Fraßkurve tritt im letzten Stadium vor der Abspinnreife die Hauptfreßzeit auf. Bei Anwendung von Fraßgiften sollte man dieses Entwicklungsstadium zur Bekämpfung wählen um Aussicht auf Erfolg zu haben. Die Entwicklungsstadien lassen sich annähernd nach der Kotgröße und den abgestreiften Häuten (vgl. SCHEIDTER) ermitteln. Eine ausgiebige Spritzung oder Stäubung bei voraussichtlich lang anhaltender Wirkungsdauer (trockene und warme Witterung) muß als Voraussetzung für den

Erfolg angesehen werden. Hochwirksame Gifte sind ebenfalls zu empfehlen, denn es wurde beobachtet, daß nicht abspinnreife Raupen den Zweig bei Futtermangel verlassen, zu Boden fallen und sich verkriechen. Es scheint nicht ausgeschlossen, daß die Raupen sich gegenüber Fraßgiften ähnlich verhalten, weshalb geringe Giftmengen bereits wirksam sein müssen. Vorliegende Messungen über die Fraßmenge verschiedener Altersstufen bieten Anhaltspunkte dafür, wieviel Gift je Nadel kommen muß, damit Aussicht besteht, auch von der Raupe wirksam aufgenommen zu werden. Desgleichen ist kühle Witterung für eine chemische Bekämpfung ungünstig, weil in dieser Zeit die Fraßstärke gering ist.

Die Eiablage kommt an hohen und alten Bäumen wie an Jungholz vor. Man findet demgemäß die Afterraupe an Kiefern aller Entwicklungsstadien. Eine Wanderung der Raupen, außer einem kurzen Abspinnen bei Futtermangel auf tiefer liegende Zweige, wurde nicht beobachtet. Im allgemeinen wurde kein ausgesprochener Fraßschaden von der Kronenspitze zur Basis beobachtet, allerdings wird dieser Vorgang bei Futtermangel und Abspinnen der hungernden Raupen begünstigt. Nicht aber findet ein Befall der Kronen von unten nach oben statt.

Beim Studium der Fraßschäden wurden an den Kiefern besondere Erscheinungen beobachtet. Der Fraß beginnt an der Peripherie der Krone. Zuerst lichtet sich der Wipfel und an der Peripherie dehnt sich der Fraß immer weiter aus. In der Kronenmitte bleibt die dichtere Benadelung erhalten (Beschädigungsgrad oder Fraßform I und II). Beginnt sich in der Krone auch der innere Teil zu lichten und bestehen nur noch schwache Büschel an den Zweigenden, so bezeichnen wir dies als Fraßform III. Dabei kommt es häufig vor, daß die stark wachsenden Gipfelzweige verhältnismäßig wenig geschädigt erscheinen (vgl. Abb. 12) und starke Nadelbüsche besitzen. Die Fraßform III bezeichnet man mit Recht als „Lichtfraß“. In diesem Stadium beginnt die heftigste Abwehr des Baumes: Es entstehen viele kleine Zweige aus den schlafenden Augen. Das Absterben des Baumes wird durch diese Reaktion nur Jahre hinausgeschoben, sofern *Lyda* auch in weiteren Jahren in ähnlicher Stärke auftritt. Bleiben schließlich an den Zweigenden nur vereinzelte Nadeln und die Büschelform ist so gut wie verschwunden, dann bezeichnet man diese Fraßform zweckmäßig als „Kahlfraß“ oder Fraßform IV. Alle diese Fraßformen gehen ineinander über.

Das Hinsiechen des Baumes wird in dem alljährlichen Zuwachs erkenntlich. Bereits zur Zeit des Lichtfraßes ist der Zuwachs sehr gering und beim Übergang zum Kahlfraß fast unmerklich. Aus diesem geringen Zuwachs erkennt man nicht nur eine Bestätigung des geschilderten Verlaufes der Kalamität, sondern den Ausfall an Holzertrag als die Hauptschädigung.

Die Fraßbeschädigung ist an den einzelnen Bäumen eines Bestandes nicht gleich. Neben stark befressenen Kiefern stehen schwach geschädigte,

wie auch die Abbildungen gelegentlich veranschaulichen. So ist es erklärlich, wenn von einem Kiefernbestand erst bei sorgfältiger Schätzung der allgemeine Schädigungsgrad angegeben werden kann. Dazu dient die Einteilung der Bäume nach Beschädigungsgraden, deren Anwendungsmöglichkeit durch die Zuwachsmessungen bekräftigt wurden. Eine genaue Kenntnis der Fraßformen erscheint für die Ausstéckung der Gebiete bei den technischen Bekämpfungsweisen zweckdienlich.

Die immer wieder vorgenommenen Zählungen der Bodenlarven und der Vergleich mit denen früherer Jahre lassen erkennen, welches Ausmaß der Befallsdichte zu den geschilderten Schäden führt. Man kann wohl annehmen, daß eine Bodenreserve von 100 Larven je Quadratmeter für den Wald als sehr bedrohlich anzusehen ist. Zu berücksichtigen ist dabei immer der Entwicklungs- und Gesundheitszustand des bedrohten Waldes.

Eine Vorstellung über die Verbreitung und die Befallsdichte ergaben Probezählungen der Bodenlarven. Bei diesen Zählungen konnten die einzelnen Entwicklungsstadien getrennt werden, wie es bereits auch SCHEIDTER vorgenommen hat. Es zeigte sich im Freiland gegen das Frühjahr zu ein immer größerer Anteil verpuppungsreifer Larven. Allgemein läßt sich im Frühjahr bereits die diesjährige Fluggeneration abschätzen. Ähnlich ist es auch bei der Fichtengespinstblattwespe: PARST fand bei dieser den Höchstsatz verpuppungsreifer Larven nach Mitte April (1913). Der Anteil verpuppungsreifer Larven ging Ende Mai stark zurück und war anfangs Juni fast auf Null herabgesunken. Dies muß auch bei unserer *Lyda* berücksichtigt werden, denn nur Zählungen im Herbst, Winter und zeitigem Frühjahr können gleich bewertet werden, anders aber Zählungen im Sommer; in dieser Zeit lebt nur eine, bzw. bei dreijähriger Entwicklungsdauer liegen 2 Larvengenerationen im Boden.

Durch Schlüpfenlassen einer größeren Menge Larven im Laboratorium läßt sich bereits im Winter das Ausmaß der diesjährigen Generation ermitteln.

Eine Bekämpfung der Larven mit Hilfe von Schweine- oder Hühnereintrieb bietet wenig Aussicht auf Erfolg vor allem dann nicht, wenn der Fraßherd große Ausmaße angenommen hat. Im Neudammer Förster-Lehrbuch (1929) wird jahrelanger Eintrieb von Schweinen besonders nach Rajolen empfohlen. Die Schweine finden die Bodenlarven recht gut, denn im Revier Tyssa war lediglich unter Kiefern gewühlt worden die Fraßschäden zeigten, anderwärts jedoch nirgends. Eine Bekämpfung durch Hühner ist durchführbar, wenn diesen auch eine genügende Menge Körnerfutter geboten wird. Darum erscheint die Erkennung kleiner Fraßherde wichtig, denn sie lassen sich auf diese Art bekämpfen. Günstig für eine solche Bekämpfungsweise ist die Zeit des Schlüpfens der Imagines in den Monaten Mai und Juni, weil die geschlüpften Imagines noch flugschwach am Boden herumlaufen.

Beide Mittel zur Bekämpfung werden seit Jahrzehnten darum empfohlen, weil Stangen- und Jungholzbestände oder bergig-felsiges Gelände für andere Bekämpfungsweisen unzugänglich sind. Außerdem vernichtet man hierbei wenigstens 2 Generationen. Nach Eckstein liegen die Vorteile dieser Bekämpfung darin, daß der Einsatz dieser Tiere von Waldstück zu Waldstück erfolgen und der Schadherd planmäßig durchgearbeitet werden kann. Bei einer Bodenreserve von 100—200 Larven je Quadratmeter könnten 10 Schweine in 10 Tagen 1 ha reinigen.

Die Puppenzeit währt nur wenige Wochen, während der die *Lyda* gegen alle Umweltsveränderungen sehr empfindlich ist. Eine Bearbeitung des Bodens mit einer Fräse dürfte daher in dieser Zeit und in günstigem Gelände und Kiefernbestand erfolgreich sein, besonders wenn sie mit einem Schweine- oder Hühnereintrieb verbunden wird.

Die Imago wird augenscheinlich von wenigen Feinden angegriffen. In unserem *Lyda*-Herd beobachteten wir nur wenige Vögel. Kranke Imagines wurden bisher nicht aufgefunden.

Manche Arten von Blattwespen nehmen als Imago keine Nahrung zu sich, andere hingegen leben räuberisch oder nähren sich z. B. von Nektar und Blütenpollen (vgl. Enslin, 1914, S. 123). Bisher beobachteten wir nur im Laboratorium die Aufnahme von Zuckerwasser in vorgelegten Wattebäuschchen. Die Fortführung dieser Beobachtungen in Verbindung mit Giftlösungen, die etwa auch einen Geruchsstoff als Lockmittel enthalten, muß weiteren Prüfungen überlassen werden. Desgleichen sind Untersuchungen des Mageninhaltes vorgesehen, um die Anwendung von Kontaktgiften empfehlen zu können.

Bereits bei Besprechung des *Lyda*-Befalles in unseren Revieren konnten die Bekämpfungsversuche hervorgehoben werden. Ähnliche Bemühungen verwendete man bei der Fichtengespinstblattwespe: Scheidter (1916) erwähnt den Schweineeintrieb, der zumeist bei steinigem Boden erfolglos bleibt. Eingehend beschrieben Parst und Scheidter ihre Versuche mit Leimung (vor 1914 kostete 1 ha rund 35 RM). Die Leimringe nützen in unebenem Gelände fast nichts, da die Wespen zu leicht beim Flug über die Leimringe gelangten. Die in gleicher Weise vorgenommenen Maßnahmen von Sihler und Lang führten zu keiner Eindämmung des Befalls. In Erwägung all dieser Bemühungen kommt Scheidter zu dem Schluß (bezogen auf *Cephaleia abietis*, *L. hypotrophica*), daß die Anwendung teuerer Bekämpfungsmaßnahmen kaum gerechtfertigt sei. Escherich sagt in seinen „Forstinsekten" (V, S. 24): „Angesichts dieses in Beziehung auf das Leben des Waldes verhältnismäßig günstigen Verlaufes der bisher beobachteten *Cephaleia abietis*-Gradationen ist es nicht gerechtfertigt, kostspielige und zeitraubende Bekämpfungsmaßnahmen anzuwenden, zumal die bis jetzt vorgeschlagenen Mittel in ihrem Erfolg recht zweifelhaft waren"

Anders liegen die Dinge bei *Lyda stellata* mit ihrem hartnäckigen Charakter, deren Gradationen sich über lange Zeitperioden hinziehen und infolgedessen auch langjährige Zuwachsverluste zur Folge haben: hier lassen sich kostspielige Ausgaben rechtfertigen. Die Leimung muß natürlich vor dem Schlüpfen beendet sein, wozu die genaue Kenntnis der verpuppungsreifen Larven notwendig ist, damit der Zeitpunkt des Schlüpfens abgeschätzt werden kann. Zu frühe Leimung verringert oft die Klebkraft, zu späte Leimung bietet wieder vielen Wespen ungehinderten Flug in die Kiefernkronen. Der Leim muß besonders fängisch sein; nach PARST wäre besonders Fliegenleim zu empfehlen. ALTUM (1899) erwähnt verschiedene Arten der Leimung als günstig; allerdings zu kostspielig, erwies sich die Leimung der Bäume von 0,5—1,5 m Höhe. An jedem dieser 1 m breiten Leimringe fingen sich 2000—3000 Wespen.

Von einem vollen Erfolg im Gegensatz zu hierortigen Erfahrungen mittels einer Arsenbestäubung (40 kg je Hektar Kalkarsenat — Unkosten 37,— RM) berichtet nur v. BRAUNMÜHL (1930). Wie sich die Bekämpfung im folgenden Jahr ausgewirkt hat, wird nicht berichtet. Eine Wiederholung ist notwendig, da von der *Lyda* 1—2 Generationen im Boden liegen.

Eine wirtschaftlich tragbare Bekämpfung der Bodenlarven mit Giften wäre zu versuchen, denn auf diesem Wege ließe sich planvoller als mit Schweine- oder Hühnereintrieb ein befallener Bestand säubern. Eine Bekämpfung vom Herbst bis Frühjahr könnte alle Larvengenerationen erfassen.

Die billigste und sicherste Bekämpfung ist die durch die natürlichen Feinde. Die großen Feinde brachten bisher bei einem bestehenden Massenauftreten wenig Nutzen. Aussicht als wertvolle Bundesgenossen bieten Parasiten, welche Eier oder Afterraupen als Nährstoffquelle für ihre Brut benützen. Hierorts wurde eine Schlupfwespe in reichlicher Menge mit *Lyda* vergesellschaftet gefunden und noch eine Tachine, welche in beachtlicher Menge in den Bodenlarven der *Lyda* als Made oder bereits als Tönnchen nachgewiesen wurde. Wenn auch nur in einer *Lyda*-Larve immer nur eine Made sich entwickelte, so ist doch die Entwicklungsdauer der Fliege um 1 oder 2 Jahre kürzer als die der *Lyda*. Im Hinblick auf die Bekämpfung der *Lyda* mit Giften sei erwähnt, daß die Tachine zu gleicher Zeit mit der *Lyda* schwärmt und auch vernichtet werden kann. (Auch über die Nahrungsaufnahme der Fliege sind Beobachtungen in Aussicht genommen.)

Als eine bereits erfolgreiche Methode der *Lyda*-Bekämpfung kann man die Zucht der Waldameise bezeichnen. Dieses Verfahren sollte wegen seiner Einfachheit an vielen Stellen versucht werden.

Über die Ursache der Störung der Lebensgemeinschaft und des Entstehens der *Lyda*-Kalamität konnte nichts Entscheidendes ermittelt werden. Man wird aber nicht fehl gehen, die Störung in dem unnatürlichen Auf-

bau des Waldes zu suchen, der seit vielen Jahrzehnten ein künstlicher Kiefernbestand ist. Eine Besserung bzw. Erzwingung einer günstigen Lebensgemeinschaft in diesem Gebiete schiene mir durch eine Umformung der Flora möglich, d. h. der Aufbau eines der Lage und den Bodenverhältnissen entsprechenden Mischwaldes.

Je stärker unsere Wälder ausgenützt werden, um so mehr entfernen wir uns von den Bedingungen der bisherigen Lebensgemeinschaften und das hat oft ein unvorhergesehenes Hereinbrechen von Schädlingsbefall zur Folge. Da wir nun allenthalben dem Wald seine ursprüngliche gemischte Hochflora geben wollen, so müssen wir uns auch mit jenen Tieren wie die *Lyda* befassen, die diese jetzige noch bestehende Sperre ihrer natürlichen Feinde und anderer ihr feindlicher Faktoren durchbrechen kann.

In einem wiederum natürlich zusammengesetzten Wald wird auch der Reichtum an Vögeln eintreten, die wesentlich zur Erhaltung des Gleichgewichtes besonders gegenüber der Insektenwelt beitragen.

Aus diesen Darlegungen kann als vorläufige Richtlinie für eine Bekämpfung der *Lyda* gelten:

1. Genaue Beobachtung von Beginn und Ende des Schlüpfens der Bodenlarven. Die Tiere halten sich nach dem Schlüpfen einige Zeit im Boden und dann bis zur Flugfähigkeit am Boden auf. Dies ist die günstigste Zeit für den Hühnereintrieb.

2. Beobachtung von Eiablage und Schlüpfen der Räupchen sowie deren Häutungen. Nach einigen Häutungen baut die Afterraupe eine dichte Wohnröhre, so daß eine Bekämpfung mit Kontaktgiften in den ersten Entwicklungsstufen erfolgversprechend ist, während die Verwendung von Fraßgiften in den letzten Entwicklungsstufen empfehlenswert erscheint. Die Zeiten hierfür werden durch direkte Beobachtung sowie durch Ermittlung der Auffangproben bestimmt.

Über das Ausmaß der zu erwartenden Fluggeneration können Larvenuntersuchungen bereits im Winter Aufschluß geben. Ebenso ist das Schadensgebiet genau zu bestimmen und die Arbeitseinteilung zu treffen. Die anzuwendenden Giftmengen müssen sehr reichlich bemessen werden. Die Kosten einer Arsenatbekämpfung eines Bestandes im Stangenholzalter betragen annähernd 60—70 RM je 1 ha.

3. Für die Bekämpfung mittels Bodenfräse erscheint die Zeit der Puppenruhe geeignet. Diese Bekämpfung wird aber durch die Witterung weitgehend beeinflußt und erfordert eine vorangehende mehrfache Untersuchung der Bodenlarven auf ihren Entwicklungszustand.

4. Jede Waldabteilung ist getrennt zu beobachten, denn je nach Lage und Klima treten kurze zeitliche Unterschiede in der Entwicklung der *Lyda* auf, die für die Arbeitseinteilung nutzbar sind.

5. Hühner- und Schweineeintrieb ist nur für kleine Fraßgebiete geeignet und führt nur bei langem Eintrieb zu merklichem Erfolg. Aus-

wechseln der Tiere dürfte sich empfehlen, damit keine allzu lange einseitige Ernährung besteht.

6. Auf Parasiten wie Schlupfwesen und Tachinen ist zu achten und deren Lebensweise zu ermitteln, damit man nach Möglichkeit bei einer technischen *Lyda*-Bekämpfung nicht die nützlichen Tiere mit vernichtet.

7. Bei einer Bekämpfung der Imagines ist zu beachten, daß sich das Schlüpfen über eine längere Zeit erstreckt, die Tiere sich verschieden lange am Boden aufhalten und die Begattung und das Schwärmen nur bei warmem und trockenem Wetter ausführen, ansonsten im Nadelwerk und an der Rinde sitzen.

8. Die rote Waldameise wäre in ihrer Verbreitung zu fördern.

Zusammenfassung

1. Die Schilderung des Entstehens und Verlaufes der *Lyda*-Kalamität in einem größeren Waldgebiet veranschaulicht die Hartnäckigkeit des Befalls. In unverminderter Zähigkeit breitet sich der *Lyda*-Herd stetig aus. Die Ursache der hierortigen exzentrischen Ausbreitung scheint nicht in den Windverhältnissen zu liegen. Das *Lyda*-Vorkommen in dieser Größe ist bisher offensichtlich auch in zeitlicher Ausdehnung unübertroffen. Es dauert rund 20 Jahre und umfaßt ein Gebiet von nahezu 2000 ha, von dem einige hundert Hektar aufs schwerste geschädigt wurden. Eine Bekämpfung blieb bisher mehr oder weniger erfolglos und es wurde der Weg über die Anpflanzung anderer Bestände in Angriff genommen.

2. Das Ei der *Lyda* wird vor und nach der Ablage gekennzeichnet. Während der Eireifung an der Kiefernnadel verändert sich das Ei, so daß das Alter geschätzt werden kann. Die Art und Weise der Eiablage wird dargestellt.

3. Das geschlüpfte Räupchen beginnt mit dem Fraß von Maitriebnadeln. Zwischen der 4.—5. Häutung geht die Raupe zum Fraß alter, vorjähriger Nadeln über. Diese Eigenart des Platz- und Futterwechsels tritt auch im Freiland zutage. Während dieser Entwicklungsstufe spinnt sie längs des Zweiges eine dichte Wohnröhre.

Im Fraß ist sie im Laboratorium sehr sparsam, im Freiland scheint dies jedoch nicht im gleichen Grade der Fall zu sein, denn im Gespinst liegen vielfach Nadelreste. Der Vorgang des Fraßes am einzelnen Trieb wird beschrieben. An Maitrieben selbst wird im basalen Drittel der stärkste Fraß ermittelt.

Die an der Krone entstehenden Veränderungen werden durch 4 Schädigungsgrade (Fraßform I—IV) gekennzeichnet, mittels deren man die Schäden eines Waldes näher anzugeben vermag. Bilder veranschaulichen diese Formen und geben auch einen Eindruck von manchen nebeneinander liegenden Ungleichheiten des Befalls. Das Lichtwerden der Krone entsteht nicht allein durch ein starkes Befressen aller Triebe, sondern durch den starken Fraß wurden viele Triebe zum Absterben ge-

bracht. Durch den Austrieb schlafender Augen kommt kein Ausgleich zustande.

Mittels Messungen jährlichen Zuwachses an Stammscheiben und Bohrspänen wird die Größe der Ertragsschädigung infolge der Fraßschäden aufgezeigt. Bei starken Fraßschäden sinkt der jährliche Zuwachs und ist praktisch bedeutungslos. Der Ausfall des Holzertrages setzt allmählich, von Jahr zu Jahr steigend ein. Eine Nichtbeachtung dieser Tatsache hat schwere Schäden im Holzertrag zur Folge.

4. Die Larve überdauert 2—3 Winter in der Humusschicht. Die Dauer der Larvenruhe im Boden ist von klimatischen Einwirkungen in geringem Grade abhängig. An sonnigen Stellen vollziehen sich die Umwandlungen rascher, wie auch im Laboratorium ein frühzeitiges Schlüpfen erreicht werden kann. Eine ungleiche Schlüpfzeit zeigt sich auch darin, daß die Lyden alljährlich schwärmen, wenn auch gelegentliche besonders starke Flugjahre auftreten. Dieses Überliegen der Larven im Erdreich trägt wesentlich dazu bei, daß ungünstige Witterung eines Jahres dem Schadbefall keinen allzu großen Abbruch tut.

Vor der Verpuppung treten die sogenannten Puppenaugen auf, welche die nächstjährige Imaginalgeneration ermitteln helfen. Bereits im Januar kann durch Einbringen von Bodenlarven ins Zimmer und Schlüpfenlassen der annähernde Hundertsatz der diesjährigen Fluggeneration festgestellt werden, das für Vorbereitungen zur Bekämpfung notwendig sein kann.

5. Das Puppenstadium währt nur wenige Wochen. In dieser Zeit sind die Individuen gegen Umweltsveränderungen sehr empfindlich.

6. Auf die Lebensweise der Imagines wird nur kurz eingegangen, bereits im Schrifttum in Verbindung mit der Bekämpfung durch Leimringe bereits mehrererorts hingewiesen wurde.

7. Die natürlichen Feinde der *Lyda* werden erwähnt. In unserem Gebiet konnten nur wenige natürliche Feinde festgestellt werden: es waren dies die Schlupfwespe *Xenoschesis fulvipes* Grav. und die Tachine *Pseudopachystylum goniacoides* Zett. Letztere kommt in reichlichem Maße vor und ist mit der *Lyda* vergesellschaftet. Die Tachine entwickelt sich in den Larven und die verpuppungsreifen Maden kriechen vor der Tönnchenbildung aus den Bodenlarven aus.

Als besonders aussichtsreich für eine biologische Bekämpfung scheinen Ameisen zu sein. Deren künstliche Vermehrung und Hege ist mit geringen Unkosten verbunden, leicht durchführbar und hilft eine fühlbare Lücke in der Lebensgemeinschaft des Waldes schließen.

8. Auf Grund der Lebensweise der *Lyda* werden Hindernisse bei einer Bekämpfung besprochen und besonders auf die Anlage einer dichten Wohnröhre hingewiesen, welche der Raupe weitgehenden Schutz gegen Spritzgifte bietet. Auch vermag sich die Afterraupe durch frühzeitiges zu Bodengehen bei Nahrungsmangel und Umbildung zur Bodenlarve den Gefahren zu entziehen. Demgemäß dürfte eine chemische Bekämpfung

in den ersten Entwicklungsstufen der Afterraupen am ehesten von Erfolg begleitet sein. Erkennungsmittel für die Altersstadien der Raupen sind genügend verfügbar.

9. Ein Massenauftreten der *Lyda* entsteht nicht sprunghaft wie etwa das der Nonne, sondern benötigt mehrere Jahre. Ebenso steigert sich der Schaden an den Bäumen von Jahr zu Jahr und die Bäume siechen dahin, so daß beim Außerachtlassen der *Lyda*-Schädigung oft mehrere Jahre nutzlos vergehen, d. h. das befallene Gebiet ohne Holzertrag bleibt.

10. Es erscheint im Hinblick auf die Erhaltung der natürlichen Schranken, die der mengenmäßigen Entwicklung jedes Individuums in seinem Raume gegeben sind, sehr vonnöten, wenn man die natürliche Lebensgemeinschaft kennt, mengenmäßig erfaßt und ständig überwacht. So läßt sich jede unliebsame Überraschung durch eine einseitige Massenvermehrung eines Tieres vermeiden und die Schäden auf ein erträgliches Maß herabsetzen. Der Weg hierzu ist die Kenntnis und Schaffung einer ausgeglichenen Lebensgemeinschaft und die Überwachung durch eine biologisch geschulte Mitarbeitergruppe.

Schrifttum

ALTUM, Lebensweise und Bekämpfung der *Lyda pratensis* FABR (*stellata* CHRIST.). Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwesen **31**, 471—478, 1899.

BAER, W., Beobachtungen über *Lyda hypotraphica* usw. Thar. Forstl. Jahrbuch **16**, 1903. Zitiert nach PARST.

— — Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten. Zeitschr. f. angew. Entomologie **7**, 349—423, 1921.

BAY, EL, La Lyda stellata nelle pinete dell' Aquilana. La Rivista forestale italiano (Roma) IV, 45—51, 1942.

BRAUNMÜHL, R. v., Arsen-Motorbestäubung in Oberschlesien. Der Deutsche Forstwirt **12**, 491/492, 1930.

BURGWEDEL, A., Ameisen als Raupenvertilger. Land und Frau (Berlin) S. 160, 1917.

CANTZLER, TH., *Formica rufa*: Die rote Waldameise. Deutsche Forstzeitung **7**, 156—157, 1938.

ECKSTEIN, FRITZ, Ein Beitrag zur experimentellen Parasitologie der Insekten. Zeitschr. f. Parasitenkunde **2**, 571—582, 1930.

ECKSTEIN, K., Über die Methoden neuzeitlicher Maßregeln gegen Insektenschäden im Walde. Anz. f. Schädlingskunde Heft 1, 2 und 3, 1926.

— — Zur Biologie der Gattung *Lyda* Fabr. Zool. Jahrb., Abt. f. Syst. **5**, 425—436, 1890.

— — Die Kiefer (*Pinus silvestris* L.) und ihre tierischen Schädlinge I. Bd. Berlin, Verlag Paul Parey, 1893.

ENSLIN, E., Die Blatt- und Holzwespen (Tenthrediniden) Mitteleuropas, insbesondere Deutschlands. In: Die Insekten Mitteleuropas, insbesondere Deutschlands. Herausgegeben von CHR. SCHRÖDER. Bd. III (III. Teil). Stuttgart 1914.

ESCHERICH, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. V. Berlin 1942.

ESCHERICH, K. und W. BAER, Tharandter zoologische Miscellen. Eizahl von *Lyda stellata*. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft **11**, 98—109, 1913.

GÖSSWALD, K., Versuche zur Vermehrung der roten Waldameise. Landw. Jahrbuch **90**, 250—252, 1940.

— — Rassenstudien an der roten Waldameise *Formica rufa* L. auf systematischer, physiologischer und biologischer Grundlage. Z. f. angew. Entomologie **28**, 62—124, 1941.

Gösswald, K., Ist nun die rote Waldameise nützlich oder schädlich? Anz. f. Schädlingsk. **17**,1—7, 1941.

Hartig, Th., Die Aderflügler Deutschlands. I. Bd. 1837.

Hibsch, J. E., Geologische Karte des Böhmischen Mittelgebirges. Tetschen 1915.

Kallina, Die 36. Versammlung der Forstwirthe von Mähren und Schlesien. Verhandl. d. Forstw. von Mähren und Schlesien 2. Heft, 1883.

Koch, Rud., Bestimmungstabellen der Insekten an Kiefer und Lärche nach den Fraßbeschädigungen. 2., neubearbeitete Auflage. Berlin 1932.

Konow, Fr. W., Systematische und kritische Bearbeitung der Blattwespentribus *Lydini*. Annalen d. k. k. naturhistor. Hofmuseums **12**, Heft 1, 1—32. Wien 1897.

— — Dasselbe II. Teil. Ebenda Heft 2, 231—255, 1897.

Lang, Gg., Das Auftreten der Fichtengespinstblattwespe in den bayr. Staatswäldern des Fichtelgebirges usw. Forstl. naturw. Z. **2—6**, 1893—1897.

Michel, Herm., Geologisch-petrographische Untersuchungen im Gebiet der Erzgebirgsbruchzone westlich Bodenbach. Tschermaks mineral. u. petrogr. Mitteilungen **32** (N. F.), 281—401, 1914.

Müller, Daniel Ernst, Über den Afterraupenfraß in den fränkischen Kiefern-Waldungen vom Jahre 1819/1820 nebst Anleitung zum Schutze der Nadelwaldungen usw. Aschaffenburg, Verlag D. Knode, 1824.

Neudammer Förster-Lehrbuch. 8. Aufl. Neudamm 1929.

Nüsslin, O. und L. Rhumbler, Forstinsektenkunde. 4., neubearb. und verm. Auflage Berlin 1927.

Parst, Die Fichtengespinstblattwespe (*Lyda hypotrophica* Htg.) im Roggenburger Forst. Zeitschr. f. angew. Entomologie **3**, 75—96, 1916.

Prell, Hch., Die Organisation des forstlichen Meldedienstes in Sachsen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzensch. **48**, 539—550, 1938.

Ratzeburg, Die Waldverderber und ihre Feinde. 1850 und 1876.

Rudow, F., Einige Beobachtungen, das Leben der Blattwespengattung *Lyda* betreffend. Intern. Entom. Zeitschrift Guben II, S. 72ff., 1908.

Sajó, K., Zur Lebensweise von *Lyda erythrocephala* L. und *Lyda stellata* Christ. Forstl. naturw. Zeitschr. **7**, 237—247, 1898.

— — Nützlichkeit der Ameisen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. **12**, 279—281, 1902.

Scheidter, Fr., Forstentomologische Beiträge. 4. Parasiten aus den Eiern der *Lyda stellata* Christ. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. u. Pflanzenschutz **36**, 146—151 (1926).

— — Zur Lebensweise der Kiefernbestandes-Gespinstblattwespe *Lyda stellata* Christ. Ebenda **36**, 202—209, 1926.

— — Die Kiefernbestands-Gespinstblattwespe (*Lyda stellata* Christ.). Forstl. Flugblätter Nr. 9. Neudamm.

Schmiedeknecht, O., Die Hymenopteren Mitteleuropas. Jena 1930.

Schröder, Chr., Handbuch der Entomologie. Jena 1929.

Schwerdtfeger, F., Zur Kenntnis der Kiefernschonungsgespinstblattwespe (*Acantholyda erythrocephala* L.). Zeitschr. f. angew. Entomologie **28**, 125—136, 1941.

— — Über die Ursachen des Massenwechsels der Insekten. Ebenda **28**, 254—303, 1941.

Sihler, Über das Auftreten der Fichtengespinstblattwespe in den Fichtenwäldern Oberschwabens. Silva Nr. 31, 1913.

Titschack, E., Über den Einfluß der Massenzucht auf das Einzeltier. Forschungen und Fortschritte **13**, Nr. 28, 1937.

Weber, H., Grundriß der Insektenkunde. Jena 1938.

Wiehl, J., Verhandlungen über Insektenschäden am 28. Juli 1896 in Römerstadt in der 50. Generalversammlung des mähr.-schlesischen Forstvereins. Verhandlungen der Forstwirte von Mähren u. Schlesien **47**, 458—460, 1896.

Wilke, Emil, Fettkörper, Speicheldrüse und Vasa Malpighi der Blattwespenlarven. Zool. Anz. **52**, 249—254, 1921.

Aus der Forstschutzstelle Ost, Forstamt Breitenheide/Ostpr.

Zur Lebensweise der kleinen Fichtenblattwespe *Lygaeonematus abietum* Htg. (= *Lyg. pini* Retz.) in verschiedenen Bestandsformen des Forstamtes Eichwald, Ostpreußen

Von

Dr. rer. nat. Otto-Friedrich Niklas

Mit 8 Abbildungen

Inhalt

A. Vorwort 224
B. Untersuchungsgrundlagen und Arbeitsweise 225
C. Die Lebensweise der kleinen Fichtenblattwespe in verschiedenen Bestandsformen 229
1. Die Versuchsflächen 229
2. Das Austreiben der Fichten 230
3. Kokonuntersuchungen 233
4. Eiablage 236
5. Larvenentwicklung 239
6. Feinde, Schmarotzer, andere Forstkerfe 243
D. Befallsermittlung und Bekämpfungsplanung 244
E. Zusammenfassung der Hauptergebnisse 249
F. Schrifttum 250

A. Vorwort

Die kleine Fichtenblattwespe, *Lygaeonematus abietum* Htg. (= *Lyg. pini* Retz.)[1]) hat sich seit etwa 1931 auch in Ostpreußen von einem gelegentlich auftretenden Schadkerf zu einem gefährlichen Dauerschädiger der Fichtenbestände entwickelt. Zunächst auf Reviere im Nordosten der Provinz beschränkt, dürfte sie bis zum heutigen Tage alle ihre Fichtenstandorte befallen haben, war sie 1939 doch schon an den Fichten des Forstamtes Breitenheide in der Johannisburger Heide zu finden. Am schwersten betroffen sind zweifellos die sogenannten Lehmreviere im Raum zwischen Gumbinnen, Labiau und Königsberg. Hier ist seit etwa 1931 das langsame Vordringen der Blattwespe laufend verfolgt und vom Revier-

[1]) Ich folge hier der Namenwahl von Escherich, siehe Band V, S. 141.

verwalter des Forstamtes Eichwaldes immer wieder auf die zunehmende Gefahr hingewiesen worden (Reier, 1938) und hier begann auch die Forstschutzstelle 1938 ihre Vorarbeiten für eine Bekämpfung, deren Dringlichkeit wegen des Zustandes der Befallsgebiete offenkundig genug war. Außerdem unterstrich die ausführliche Gesamtarbeit Nägelis (1936) die Gefährlichkeit dieses Schädlings nachdrücklich. Die erwähnten Vorarbeiten führten im Auftrage des Herrn Reichsforstmeisters 1939 zu einem Großversuch, der die Bekämpfungsmöglichkeiten und -verfahren grundlegend erarbeiten sollte (vgl. Fischer, 1942).

Eingehende biologische Untersuchungen waren anfänglich nicht vorgesehen. In Anbetracht der Bedeutung dieses Schädlings wurde aber doch versucht, sie aufzunehmen, und es bot sich Gelegenheit, im Befallsgebiet eigene Beobachtungen anzustellen und nach bestimmtem Plane laufende Untersuchungen einzuleiten und durchführen zu lassen. Sie sollten, ähnlich dem Bekämpfungs-Großversuch, die Richtung für künftige und eingehendere Arbeiten weisen.

Der Ausbruch des Krieges verhinderte die Durchführung dieser Pläne und selbst die Auswertung der bisher gewonnenen Untersuchungsergebnisse mußte für mehrere Jahre unterbleiben; alle Angehörigen der Forstschutzstelle Ost rückten zur Wehrmacht ein. Inzwischen konnte Fischer unabhängig von den Untersuchungen des Verfassers die Darstellung der Bestäubungsversuche aus dem Jahre 1939 abschließen (Fischer, 1942); der ursprüngliche Plan, beides gemeinsam zu veröffentlichen, war den Verhältnissen nach undurchführbar. Die eingebrachten biologischen Proben bedurften erst sorgfältiger Auswertung, ehe sie zusammenfassend überblickt und dargestellt werden konnten. Dies war immer nur ganz gelegentlich möglich, zog sich über lange Zeit hin, und so folgen erst jetzt zu der Bekämpfungsarbeit auch die biologischen Untersuchungsbefunde. Daß sie manche Lücken und Unvollständigkeiten haben, muß der eben geschilderten Entstehungsweise zugute gehalten werden[1]).

B. Untersuchungsgrundlagen und Arbeitsweise

Wie in anderen schwer befallenen Gebieten (z. B. Naunhof-Sachsen, siehe Mehner, 1928) trat die kleine Fichtenblattwespe in Eichwald nicht nur in den Dickungen, allenfalls noch in den Jungwüchsen auf, sondern hatte im Frühjahr 1939 ziemlich alle Fichtenstandorte befallen, Reinbestände von Jungwüchsen bis zu Althölzern ebenso wie die verschiedensten Mischbestände. Darauf war der Arbeitsplan für die biologischen Untersuchungen abgestellt. Im Einvernehmen mit dem Herrn Revier-

[1]) Meinen Dank für Hilfe und Anteilnahme an dieser Arbeit spreche ich hiermit aus: Herrn Oberforstmeister Trebeljahr-Gumbinnen, Herrn Forstmeister Scheer-Eichwald und dem Leiter der Forstschutzstelle Ost, Herrn Forstmeister Wellenstein-Breitenheide; ganz besonders aber meinem Kameraden, Forstreferendar H. Fischer, für seine Unterstützung bei der Durchführung der Freilandarbeiten.

Abb. 1. Lage von Versuchsflächen (I—V) und Bestäubungsgebieten (stark umrandet) im Forstamt Eichwald. Punktiert: Wiesen, einfach geschrafft: Befallene und stark befressene Dickungen, kreuzweise geschrafft: Stangenorte und jüngere Baumhölzer mit starken Zuwachsschäden (Ausschnitt aus der Revierkarte, Befall nach dem Stand vom Mai 1939)

verwalter und unter Berücksichtigung der Bekämpfungsplanung wählte ich aus den hauptsächlichsten Besfands- und Befallsformen fünf Versuchsflächen (Beschreibung siehe weiter unten). Hier sollten die laufenden Untersuchungen erfolgen. Zeit wie verfügbare Mittel gestatteten meinen ständigen Aufenthalt im Schadgebiet, selbst während der Hauptfraßzeit, nicht. Das freundliche Entgegenkommen des Herrn Landforstmeisters in Gumbinnen ermöglichte aber mehrere drei- bis viertägige Reisen nach Eichwald, die zu persönlichen Beobachtungen und zur Einweisung wie zur Überwachung der laufenden Untersuchungen dienten.

Vor Beginn des Wespenschlüpfens fanden auf allen Versuchsflächen Kokonsuchen statt, durchgeführt mit Hilfe von sechs Jungen des benachbarten Landjahrlagers Luisenberg, unter Aufsicht eines älteren, zuverlässigen Waldarbeiters[1]). Die Kokons dienten zu Schlüpf- und Sterblichkeitsuntersuchungen in der Forstschutzstelle Ost.

Nach Beginn des Wespenschlüpfens, im letzten Drittel des Mai, setzten die laufenden Probeastungen ein, sie dauerten bis Ende Juni. Hierzu wurden drei- bis viertägig auf jeder Versuchsfläche mehrere Früh- und Spättreiber, möglichst Mittelstämme aus dem geschlossenen Bestande,

[1]) Durch persönliche Nachsuche wurden praktisch alle Kokons der Bodenproben erhalten, der Übersehfehler fälschte die Ergebnisse also nicht.

gewählt; mehrere Stämme mußten es deshalb sein, weil die Wespen zur Eiablage wie zur Entwicklung die endständigen Triebe mit stärkstem Lichtgenuß benutzen und einzelne Stämme dann zur Astung nicht ausgereicht hätten. Lediglich auf der Versuchsfläche III, einem Fichtenjungwuchs, unterblieb die Trennung nach Früh- und Spättreibern. Zur Astung wurden Zweige der Wipfelzone vorsichtig abgenommen, auf untergehaltenen Tüchern gesammelt, die Maitriebe ausgebrochen und samt allen hierbei etwa abgefallenen Larven in Gläser mit 70 prozent. Alkohol getan. Diese Art der Aufbewahrung hat sich daraus bewährt, die noch ungeschlüpften Eier blieben gut erhalten und lösten sich auch nicht aus ihren Eischüsseln, ebenso erlitten die Larven keine Veränderungen.

Im Sommer 1939 untersuchten unsere Facharbeiter diese Astungsproben in der Forstschutzstelle Ost[1]). Sie maßen die Länge jeden Triebes (ausgestreckt, in Millimeter von Ansatz bis Triebspitze), lösten alle Nadeln mit abgelegten Eiern oder Ablageversuchen, die an der bräunlichen Verfärbung leicht kenntlich sind, ab und taten sie mit den ebenfalls herausgesuchten Larven in Gläser, vermerkten dazu Länge, gefundene Eier nach „geschlüpt" und „nicht geschlüpft" getrennt sowie Zahl der Larven jeden Triebes in Listen. Der durch Überprüfung festgestellte Übersehfehler war verschwindend klein. Ich selbst untersuchte (siehe Abschnitt: Larvenentwicklung) die Entwicklungsstufe der Larven und den Gesundheitszustand wie gegebenenfalls den Schmarotzerbefall von Eiern und Larven; dies zog sich, entsprechend den nur gelegentlichen Arbeitsmöglichkeiten während meiner Frontzeit bis in das Jahr der Veröffentlichung hin.

Im August 1939 erfolgten abschließend nochmals Bodenuntersuchungen. Da in Eichwald Hilfskräfte nicht mehr verfügbar waren, kam die Erde in Säcken nach Breitenheide (siehe auch Reier). Durch den Kriegsausbruch unterblieb aber die geplante Untersuchung dieser Proben, sie verdarben und fielen aus.

Die Beobachtungen allgemeiner Art betrafen Schwärmstärke, Eiablage und sonstige Lebensvorgänge. Zu ihrer Erleichterung befand sich auf Versuchsfläche I eine Beobachtungskanzel (Abb. 2a), auf deren oberer Plattform ein Lambrechtscher Thermohygograph in Englischer Hütte Temperaturbeobachtungen diente.

Auf Grund des Schrifttums über die Fichtenblattwespe deren wichtigste Lebenserscheinungen hier in gedrängter Form zusammenzustellen, erübrigt sich. Die Arbeit von Nägeli stellt alles bis zum Jahre 1936 bekannt gewordene, ergänzt durch eingehende eigene Untersuchungen, erschöpfend zusammen und in Einzelheiten wird dort doch immer Rat geholt werden müssen. Die seitdem veröffentlichten Arbeiten ergänzen sie in biologischer und bekämpfungstechnischer Hinsicht durch Unter-

[1]) Die peinlich genaue Arbeit des Facharbeiters H. Grodde möge hier besonders dankbare Erwähnung finden.

Abb. 2. Ansichten der biologischen Versuchsflächen. a Fläche I, von S aufgenommen, mit Beobachtungsfänzel. b Fläche II, Wiesenrand, von S. d Fläche IV, Gestellrand, rechts im Hintergrund Fläche V a e Fläche III, 13jährige Fichten unter Laubholzschirm, von Juli, Ende April 1939). Lichtbild: Verfasser

suchungsbefunde aus dem ostpreußischen und sächsischen Schadgebiet (REIER 1938, FISCHER 1942, GÄBLER 1940). Außerdem faßt ESCHERICH in seiner Bearbeitung der *Tenthredinini*, Band V der „Forstinsekten Mitteleuropas", unsere Kenntnisse über die kleine Fichtenblattwespe ebenfalls zusammen. Alle diese Arbeiten sind hier herangezogen worden. Durch die Niederschrift im Kriege mußte eine umfangreiche Berücksichtigung des allgemeinere Fragen behandelnden Schrifttums naturgemäß unterbleiben.

C. Die Lebensweise der kleinen Fichtenblattwespe in verschiedenen Bestandsformen

1. Die Versuchsflächen

Das Forstamt Eichwald liegt etwa 10 km orstwärts der Stadt Insterburg. Zu den sogenannten ostpreußischen Lehmrevieren gehörig, besteht der Boden dort aus meist sandigen Lehmen bis schweren Tonen. Hauptholzart ist die Fichte, sie bildet mit den verschiedensten Laubhölzern sehr reiche Mischbestände und die üppig entwickelte Bodenflora weist auf einen im allgemeinen guten Bodenzustand hin. Stellenweise jedoch, besonders in den Beständen mit geringerem Laubholzanteil, zeigt sich ausgesprochene

Tabelle 1

Übersicht über die Bestandsverhältnisse der Versuchsflächen

Versuchsfläche	I	II	III	IV	V
Jagen, Försterei	Jg 54 Försterei Rehwiese	Jg. 55 Försterei Rehwiese	Jg. 81 Försterei Rehwiese	Jg. 111 Försterei Laugallen	Jg. 111 Försterei Laugallen
Bestandsalter der Fichte	30—35jähr. etwas ungleichwüchsig	20—45jähr. Fichtenhorst	13jähr. Fichtenkultur	25jähr. Fichtendickung	80jähr. Altholz
Schlußgrad des Fichtenbestandes	0,9—1,0	0,6	weitständig	1,0	0,8
Laubholzbeimischung	Auf ganzer Fläche mit etwa gleichaltrigen Birken u Aspen horst- und gruppenweise durchstellt	Von vorwüchsigen Aspen und Alteichen umgeben	Lockerer Schirm 15jähriger Birken und Aspen	Vorwüchsige Birken und Linden	Gruppenweise und einzelständige Laubholzbeimischung; Hainbuche, Linde, Eiche
Laubholzanteil	0,3	—	0,6	0,4	0,2
Bodenbewuchs	Nur stellenweise spärlicher Bodenbewuchs	Nur stellenweise Grasbewuchs	Hoher Grasbewuchs, Brombeergebüsch	Graswuchs	Unterwuchs Linde 0,2 dürftiger Graswuchs, Oxalis
Stammgruppen	St. 1: Frühtreiber St. 2: Spättreiber	St. 3: Frühtreiber St 4: Spättreiber	St. 5/6	St. 7: Frühtreiber St. 8: Spättreiber	St. 9: Frühtreiber St. 10: Spättreiber

Rohhumusbildung und ebenso finden sich vielfach anmoorige Böden mit hohem Feuchtigkeitsgehalt.

Zur näheren Kennzeichnung der Versuchsflächen sei zunächst die Abb. 1 vorangestellt. In einem Revierkartenausschnitt sind hier einige der Befallsgebiete eingetragen, die sich, obwohl alle Fichtenbestände von der Blattwespe befallen waren, im Gesamtbilde besonders heraushoben. Die Karte veranschaulicht daneben die Lage der biologischen Versuchsflächen und die der nächstgelegenen Bestäubungsgebiete.

Die Bestandsverhältnisse der Versuchsflächen erläutert die Tabelle 1, sie erübrigt weitere Beschreibungen, zumal die Lichtbilder der Abb. 2 auch eine ungefähre Vorstellung der Bestandsbilder vermitteln.

Lediglich bei den Früh- bzw. Spättreibern bedarf es noch einiger erklärender Worte. Auf jeder Versuchsfläche wurde zu Beginn der Eiablage eine Gruppe von möglichst soeben treibenden Fichten ausgewählt und für die späteren Astungen bezeichnet. Bei den Spättreibern geschah das gleiche entsprechende Zeit darauf. Irrtümer waren dabei nicht ausgeschlossen, ist es doch bekannt, daß schon das Treiben am einzelnen Stamm in dessen verschiedenen Kronenbereichen und je nach deren Stellung zum Licht verschieden früh beginnt. Man kann demnach aus den ersten Anfängen des Treibens nicht ganz sicher auf dessen Gesamtverlauf an dem betreffenden Stamm schließen (siehe MITSCHERLICH und WELLENSTEIN 1942).

2. Das Austreiben der Fichten

Um das Austreiben der Fichten auf den Versuchsflächen zu veranschaulichen, bildete ich je Astung einer Stammgruppe die arithmetischen Mittel der Trieblängen und gewann so das Bild vom Wachsen der Maitriebe, wie es die Abb. 3 zeigt. Sie ergänzt die Tabelle 1 in der näheren Beschreibung der Versuchsflächen. Auf den ersten Blick ist in Fläche II das nahe Beieinanderliegen der beobachteten Früh- und Spättreiber zu erkennen, es sind also hinsichtlich des Austreibens nicht genügend unterschiedene Stämme ausgewählt worden und dies konnte, da die Astungen inzwischen begonnen hatten, im Verlauf der Untersuchung auch nicht mehr geändert werden. Im folgenden sind diese Verhältnisse natürlich berücksichtigt. Außerdem sind unter den Spättreibern noch längst nicht die spätesten Formen ausgeschieden worden. FISCHER gibt über das Austreiben einige Beobachtungen, die ich nachstehend zusammenfasse:

	Dickung	Altholz
6. 5.— 8. 5.	An Südrändern der Bestände offene Triebe an einigen Fichten.	
11. 5.—15. 5.	Früheste Maitriebe gestreckt	Außer an Südrändern kaum ausgesprochene Frühtreiber
2. 6.	Frühe Maitriebe 10 cm lang, Spättreiber noch mit geschlossenen Knospen.	

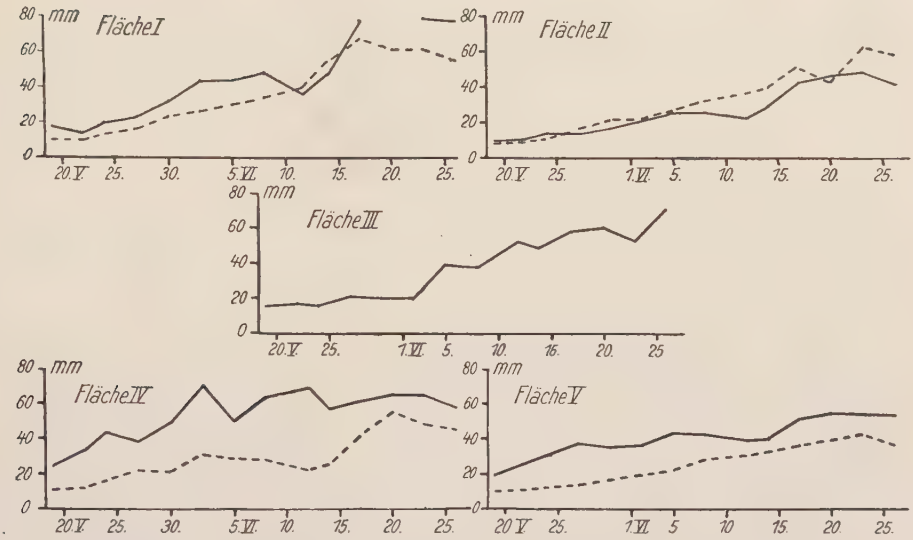


Abb. 3. Austreiben der Fichten auf den Versuchsflächen — Trieblänge in Millimetern, (Triebansatz — Spitze). Tageswerte sind arithmetische Mittel, gemessen wurden im Mittel je Stammgruppe (Früh- oder Spättreiber) und Tag: I = 88, II = 108, III = 89, IV = 91 und V = 90 Triebe. (Ausgezogene Linie = Früh-, gestrichelte = Spättreiber: Fl. III: Früh- und Spättreiber nicht unterschieden)

Das Austreiben ist also ebensosehr eine Frage der Veranlagung des Stammes wie der standörtlichen und klimatischen Einflüsse. Die Zahl der frühesten, bis zum Beginn der Eiablage ausgetriebenen Fichten betrug insgesamt etwa 25 % (Fischer 1942).

Diese teilweise Abhängigkeit des Treibens von rein äußerlichen Bedingungen gestaltet auch die Beziehung zwischen diesem und dem Fraßgrad von Jahr zu Jahr anders, sie ist weder überall gleichartig noch eindeutig. In der Tabelle 2 sind die Korrelationen zwischen Fraßgrad und Fichtentreiben zusammengestellt. Sie beruht auf einer Ermittlung vom 25. Mai 1939, als Frühtreiber (F) galten dabei Stämme, die an diesem Tage 5 und mehr Zentimeter lange Triebe hatten, bei Mitteltreibern (M) waren sie etwa 2 cm lang und hatten noch ihre Knospenschuppen, bei Spättreibern waren die Knospen geschlossen oder eben erst im Öffnen begriffen. Der Fraßgrad wurde in vier Stufen, von 0—3, geschätzt, er gab den Stand des Vorjahres an.

Auf Fläche I (Fichtendickung) waren die Frühtreiber schwach und die Spättreiber stärker befallen; auf Fläche II (Fichtendickung) dagegen die Frühtreiber recht stark. Der Fichtenjungwuchs, Fläche III, wies nur schwachen Befall auf, lediglich die Spättreiber waren etwas stärker befressen. Auf Fläche IV (Dickung) waren wieder die Frühtreiber am geringsten befallen, bei dem Altholz (Fläche V) ebenfalls, nur war hier insgesamt der Fraß etwas stärker gewesen, wie man an dem Fehlen ganz verschont gebliebener Fichten erkennt. Es sei aber hier auf Fischers Feststellung hingewiesen, wonach dieses Bild ganz verschieden sein kann,

Tabelle 2

Korrelation zwischen Fraßgrad und Fichtentreiben

Aufgenommen am 26. Mai 1939, F = Früh-, M = Mittel- und S = Spättreiber; alles weitere siehe Text

Fläche I (Dickung)

S	—	2	8	2	n = 32 Stämme
M	—	4	5	1	
F	1	8	1	—	
Fraßgrad	0	1	2	3	

Fläche II (Dickung)

S	—	—	4	—	n = 30 Stämme
M	—	1	3	5	
F	—	4	4	9	
Fraßgrad	0	1	2	3	

Fläche III (Jungfichten)

S	7	1	3	1	n = 32 Stämme
M	6	4	—	—	
F	9	1	—	—	
Fraßgrad	0	1	2	3	

Fläche IV (Dickung)

S	—	—	7	6	n = 39 Stämme
M	—	5	4	4	
F	9	3	1	—	
Fraßgrad	0	1	2	3	

Fläche V (Altholz)

S	—	1	7	2	n = 28 Stämme
M	—	6	2	—	
F	—	8	2	—	
Fraßgrad	0	1	2	3	

je nach dem Zeitpunkt einer solchen Befallsaufnahme. Die mitgeteilten Befunde sind daher nur als Anhalt zu werten (vgl. hierzu Gäbler 1940, der 1939 in Sachsen bei spätem Frühjahr gerade die Frühtreiber stark befressen fand).

3. Kokonuntersuchungen

Wie bekannt, stellt die Larve der kleinen Fichtenblattwespe bestimmte Anforderungen an den Verpuppungsort, so daß die Kokonverteilung im Boden eine ganz unregelmäßige ist, anders als bei den meisten ihre Ruhezeit im Waldboden verbringenden Forstkerfen. Dementsprechend ist die Kokondichte im Waldboden als Maßstab für den Befall nur bedingt zu verwerten. Außerdem stellt die Kleinheit und Unauffälligkeit der Kokons die praktische Durchführung dieses Ermittlungsverfahrens noch mehr in Frage (Reier 1938). Daher können Kokonsuchen im wesentlichen den Gesundheitszustand der Kokons und deren Anteil an etwa überliegenden Ruhelarven ermitteln helfen, Werte allerdings, die für eine Befallsbeurteilung sehr nützlich sind (Schwerdtfeger 1941, S. 75).

Tabelle 3

Ergebnisse der Kokonsuchen und -untersuchungen
(Suche Ende April/Anfang Mai, Untersuchung Mai 1939; je Versuchsfläche 8 m² untersucht)

	Fläche I	Fläche II	Fläche III	Fläche IV	Fläche V
Volle Kokons je m² . . .	19,5	19,5	1,9	1.4	26.3
Kokonlänge in mm, M ± m	5,6 ± 0,04	5,1 ± 0.04	5,3 ± 0,13	5,5 ± 0,03	5,8 ± 0,6
n	156	155	15	210	11
Kokongewicht in mg . . .	9	5	8	4	8
Gesund, %	27,7 ± 3,7	19,2 ± 3.3	69 ± 12,8	—	17.2 ± 3,5
Eonymphen, %	25.6 ± 3,6	23,3 ± 3,5	—	—	19,8 ± 4,1
Parasiten, %	27,1 ± 3,7	26,7 ± 3,7	8 ± 7,5	—	26,7 ± 4,1
Andere Todesursachen, % .	19.6 ± 3,3	30,8 ± 3,8	23 ± 11,7	—	36,3 ± 4,5

Formeln zur Mittelwertsberechnung wie bei Niklas 1943 b verwendet.

In der Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Kokonuntersuchungen zusammengefaßt. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß zur Suche von vorneherein auf allen Flächen Stellen gewählt wurden, die unter reinen Fichten-Stammgruppen möglichst geringen Bewuchs hatten und die von der Fichtenblattwespe bevorzugten Rohhumusböden erwarten ließen. So dürfen wir in den Kokonzahlen je Quadratmeter Boden zwar keine absoluten Werte sehen, untereinander vergleichbar erscheinen sie mir aber doch. Es fällt nämlich auf, daß die niedrigsten Kokonzahlen dort sind, wo die Bodendecke einen starken Bewuchs aufzeigt: Fläche III und IV. Am höchsten sind sie in Fläche V, bei nur gruppen- und stammweise mit Laubholz untermischtem Altholz. Wesentlich niedriger liegen sie in den Flächen I und II, die einander überhaupt recht ähnlich waren. Die Kokonzahlen

im Boden sind insgesamt nicht groß und recht ähnlich denen, die GÄBLER aus sächsischen Revieren mitteilt (siehe dort, Tab. 5).

Gleiche Feststellungen für unser Schadgebiet trifft auch FISCHER (1943). Zwar leitet er in dem Abschnitt „Standort und Vermehrungsgrad" seiner Arbeit aus Fraßgrad, Bestandsform und Bodenbewuchs rückschließend den Kokonbelag des Bodens her, was nur so weit zutrifft, als die Beziehungen zwischen Bodenzustand und dessen Eignung zum Einspinnen der Larven geklärt sind. Der Fraßgrad jedoch braucht noch nicht mit der Befallsstärke zusammenzuhängen, was weiter unten ausgeführt werden soll.

Die Sterblichkeit insgesamt schwankte zwischen 31 % und 63 %, lag bei den Kokonproben des Fichtenaltholzes (Fläche V) bei höchster Kokondichte auch am höchsten und in den Proben aus dem Fichtenjungwuchs (Fläche III) mit 31 % am niedrigsten; freilich war hier die Zahl der gefundenen Kokons sehr gering. Mit Ausnahme eben dieser Fläche III liegt der Schmarotzerbefall überall fast gleich hoch, die Sterblichkeit aus anderen Gründen schwankt mehr, doch hat es bei den geringen Kokonzahlen wenig Wert, sie im einzelnen aufzuführen. Beziehungen zwischen Kokongröße, -gewicht und -sterblichkeitswerten sind nicht zu erkennen. Hinzuweisen ist nur noch auf die zur Zeit der Untersuchung vorhandenen Eonymphen. Da die Untersuchung Anfang Mai, weniger als zwei Wochen vor dem Schlüpfbeginn stattfand, dürfen wir ihre Zahl mit der der überliegenden Larven gleichsetzen. Nach NÄGELI ist bereits im Herbst vorher die Umwandlung in die Pronymphe bei den im kommenden Frühjahr schlüpfenden Larven erfolgt; sie geht der etwa zwei Wochen vor dem Schlüpfen einsetzenden Verpuppung voran. In Eichwald überlagen 22—26 % der Larven; NÄGELI gibt 3—22 % an. Leider finden sich bei GÄBLER keine Angaben hierzu und auch ESCHERICH stellt aus dem Schrifttum keine weiteren Zahlen zusammen.

Das Schlüpfen der Wespen begann Mitte Mai 1939 und zog sich über drei Wochen hin (siehe auch FISCHER 1943), das Schwärmen etwa bis Mitte Juni (siehe dazu Abb. 4). Schwärmstärken, wie sie NÄGELI „als feinflockiges, aus leuchtenden Punkten bestehendes Schneegestöber" beschreibt, traten in Eichwald nie auf. Die zahlreichen Kerfe im Kronenraum täuschten ähnliches zuweilen vor, genaue Beobachtungen von der Kanzel aus ergaben aber stets die Beteiligung der allerverschiedensten Kerbtierarten daran. Verwechslungen mit anderen *Lygaeonematus*-Arten sind ausgeschlossen, ich stellte in Eichwald nur *Lyg. abietum* fest. Das Auftreten der Wespen war zahlenmäßig recht ausgeglichen und unauffällig, es muß, der Eiablage nach zu urteilen, ungefähr bis um den 25. Juni gedauert haben, also länger, als es FISCHER angibt.

Die Frage nach der Wespenernährung ließ NÄGELI für das Freiland offen. Mir gelang wiederholt die Beobachtung, daß sie die Ausscheidungen der an Fichte sehr häufigen Rindenläuse gerne annahmen, worauf

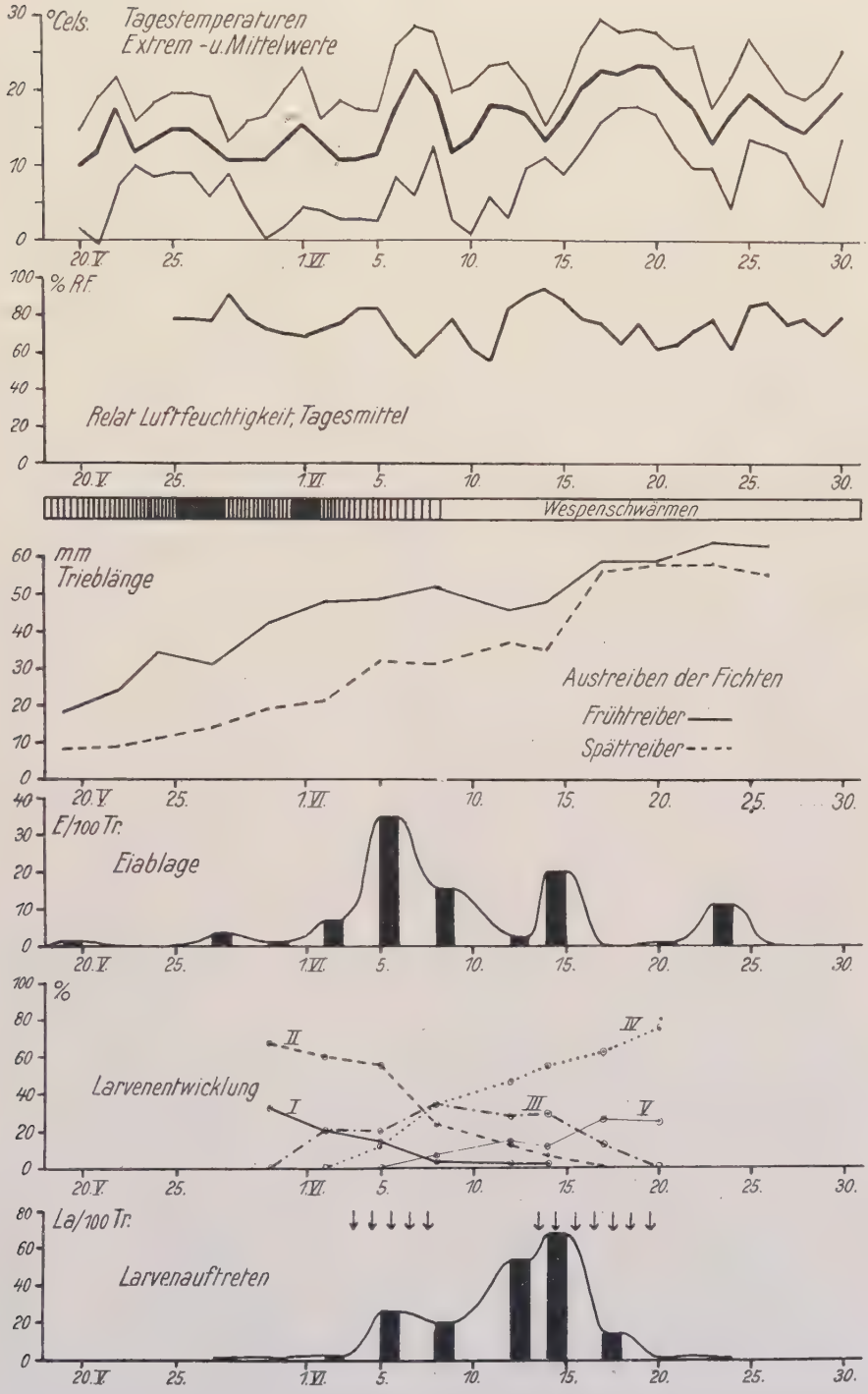


Abb. 4. Temperatur, Luftfeuchte, Fichtentreiben und Blattwespenentwicklung 1939 im Forstamt Eichwald. Temperatur und Luftfeuchte nach Selbstschreiberwerten, Wespenschlüpfen nach allgemeinen Beobachtungen (Stärke durch Dichte der Schraffung angedeutet), Eiablage in ungeschlüpften Eiern je 100 Triebe (E/100 Tr.), Larvenauftreten in Larven (aller Stadien zusammen) je 100 Triebe (L/100 Tr.), Eiablage und Larvenauftreten durch Ausgleichskurve veranschaulicht. Larvenentwicklung gemäß Stadienverteilung je Tag in Prozent. Werte sind Mittel aller Versuchsstämme. Einzelheiten siehe Text. Pfeile in der Darstellung des Larvenauftretens bezeichnen Bestäubungstage

allgemein schon WELLENSTEIN (1928) hinwies und was auch für die Ernährung der Nonnenraupenfliege *Parasetigena segregata* v. FINCK 1942 zu bestätigen gelang.

4. Eiablage

Ehe auf die weiteren Lebenserscheinungen der kleinen Fichtenblattwespe eingegangen wird, sei hier die Abb. 4 eingeschaltet. Sie bringt in Tagesmitteln aller Untersuchungen den Ablauf der wichtigsten Lebensvorgänge, zusammen mit dem Gang von Temperatur und relativer Luftfeuchte im Kronenraum. Diese zeichnerischen Darstellungen dürfen uns aber nicht vergessen lassen, daß sie nur die Mittelwerte aus allen Beobachtungsflächen wiedergeben, die bestandsweise oft erheblichen Unterschiede dagegen nicht. Ohne auf diese zunächst einzugehen, finden wir für Beginn und Ablauf der Eiablage die Angaben FISCHERS bestätigt. Er stellte den Beginn um den 24. Mai 1939 fest, der Höhepunkt lag um den 7. Juni, dann nahm sie schnell ab. Nach den hier genauern Untersuchungen auf breiter Grundlage zieht sich die Eiablage noch bis zum 25. Juni hin, in größerer Stärke allerdings nur auf einzelnen Flächen. Bei NÄGELI dauert sie etwa drei Wochen, im ungünstigeren ostpreußischen Klima mit rund sechs Wochen wesentlich länger.

Abgelegte Eier, ja selbst Ablageversuche, bei denen die Nadel also wohl angeritzt, ein Ei aber nicht eingesenkt wurde, verfärben die Nadel über einen breiten Teil hin bräunlich und lassen sie einschrumpfen. Weiter gilt, daß die Wespen nur eben sich spreizende Triebe, die etwa 20 mm lang sind, zur Eiablage benutzen. NÄGELI fand einmal 39 Eier, im ganzen aber nicht mehr als 6 je Trieb. In Eichwald waren es erheblich mehr, wie nachstehende Übersicht zeigt:

	Eier je Trieb										
	1	2	3	4	5	6	7	8	8	10	und mehr Eier
in	185	103	42	23	16	5	3	6	1	4	Fällen

Als Höchstwert lagen in Eichwald einmal 14 Eier an einem Trieb, an jeder Nadel wie auch bei NÄGELI aber immer nur 1 Ei.

In Abb. 5 sind in Hundertsätzen von allen vorhandenen die noch nicht geschlüpften Eier eingetragen, wie sie sich auf die verschiedenen Trieblängen verteilen. Bei noch nicht geschlüpften Eiern war anzunehmen, daß sie vor höchstens 5, im Mittel wahrscheinlich 4 Tagen abgelegt worden sind. Wenn wir also ungeschlüpfte Eier an Trieben bis zu 100 mm Länge finden, so müssen wir zwar berücksichtigen, daß während der Eientwicklung auch das Triebwachstum beträchtlich voranging, die Triebe also zur Zeit der Eiablage gewesen sein können. Meine Messungen über die Längenzunahme der Maitriebe sind in der Tabelle 4 zusammengefaßt. Über mehrere Tage hin kann es sich demnach um beträchtliche

Werte handeln. Wiederum fand ich Eier auch schon an weniger als 20 mm langen Trieben. Wenn wir also die Eientwicklungszeit und das Wachstum der Fichtentriebe berücksichtigen wollen, so schieben sich in der Abb. 5 die Werte insgesamt etwas nach links und zusammen. Es bleibt der Befund, daß die Hauptmasse der Eier sich an den Trieben um 20—30 mm Länge befindet, aber auch längere Triebe belegt werden.

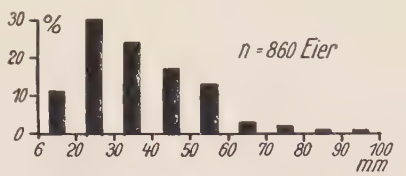


Abb. 5. Eiablage und Länge der Fichtentriebe. Verteilung der ungeschlüpften Eier aller Proben der ganzen Ablagezeit zusammen in Prozent auf die Trieblängenklassen

Tabelle 4
Wachstum der Maitriebe
(Mittelwerte in mm, nach den Maitriebsmessungen)

Zeit	Frühtreiber mm	Jungfichten mm	Spättreiber mm
Vom 19. Mai bis 22. Mai 1939	8	1	1
Vom 22. Mai bis 27. Mai 1939	11	3	6
Vom 27. Mai bis 5. Juni 1939	27	19	13
Vom 5. Juni bis 12. Juni 1939	12	11	9
Vom 12. Juni bis 17. Juni 1939	15	6	16
Vom 17. Juni bis 20. Juni 1939	9	2	7
Vom 20. Juni bis 26. Juni 1939	1	10	5

Diese Abweichung vom Regelverhalten bei der Eiablage ist nicht während der ganzen Eiablagezeit zu finden. Die Abb. 6 zeigt, wie im Verlauf der Hauptentwicklungszeit nach und nach längere Triebe auch belegt werden, obwohl bereits zu Anfang neben kurzen auch schon längere vorhanden waren. Diese werden aber noch nicht belegt, wie andererseits zum Schluß die kürzeren Triebe ohne Eier bleiben. Nun wachsen mit fortschreitender Zeit die Maitriebe schneller als zur Zeit der geringen Frühjahrstemperatur (Mors 1942). Andererseits verläuft die Eientwicklung bei höheren Temperaturen auch wieder rascher. Wenn wir also Triebe von 80—100 mm Länge belegt finden, so können diese wohl kaum zur Zeit der Eiablage 20—30 mm lang gewesen sein. Ebenfalls scheint mir auch der Sägeapparat des Wespenweibchens nicht zu schwach, um Nadeln der älteren Maitriebe belegen zu können, die dann ja noch lange nicht verhärtet sind. Daß auch längere Maitriebe von der kleinen Fichtenblattwespe mit Eiern belegt werden, erweitert jedenfalls die Gefährdung der befallenen Bestände und dürfte eine ausgesprochene Übervölkerungserscheinung darstellen. Auch die ganz früh, noch vor Beginn der Eiablagezeit treibenden Fichten müssen wir demnach nicht als gänzlich unbedroht ansehen; Eiablagemöglichkeiten bestehen auch hier, freilich sind die Schäden gewöhnlich gering (Fischer; Abschnitt: Verlauf der Maitriebentwicklung).

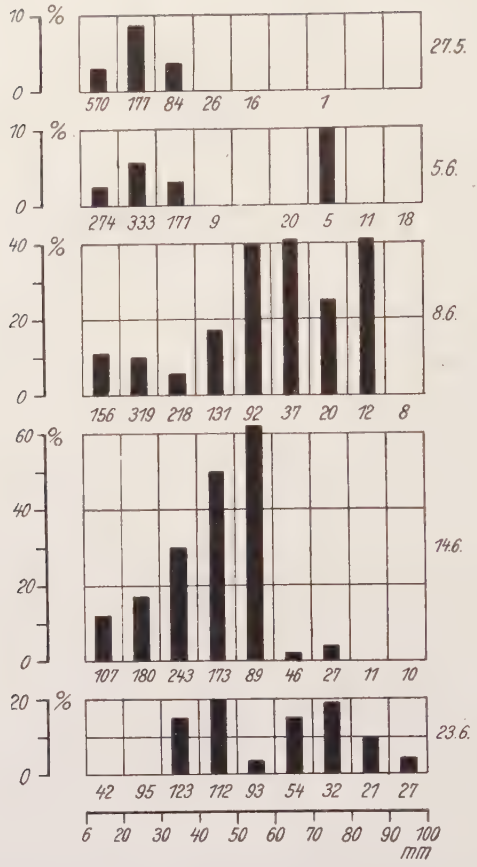


Abb 6. Eiablage und Länge der Fichtentriebe im Verlauf der Eiablagezeit.
Hundertsätze belegter Fichtentriebe (nur ungeschlüpfte Eier berücksichtigt), Zahlen untersuchter Triebe darunter. Nur einige Tage ausgewählt

So liegt der Höchstwert der Eiablage bei den Frühtreibern in der ersten, bei den Spättreibern in der zweiten Hälfte der Eiablagezeit, Abb. 7. Die Wipfel entsprechen dem Austreiben der jeweiligen Astungsstämme, die Eiablage ist aber nicht auf diese Zeitspanne beschränkt, sondern dehnt sich bei Früh- wie Spättreibern über $2^1/_2$ Wochen aus. Dies ist zunächst eine Folge des verschiedenen Austreibens, wahrscheinlich kommt aber noch der größere Spielraum bei der Wahl ablageeigneter Triebe dazu.

Bei den Jungfichten der Versuchsfläche III wurden Früh- und Spättreiber nicht getrennt. Dies prägt sich deutlich in der zweigipfeligen Eiablagekurve aus, Abb 7. Mitte. Die beiden Gipfel, besonders der zweite, liegen aber wesentlich später als bei den Früh- und Spättreiberkurven. Außerdem ist die Zahl der insgesamt abgelegten Eier sehr viel höher. Hierzu betrachten wir noch die Tabelle 5. In ihr sind flächenweise die Zahlen ungeschlüpfter Eier, auf 100 untersuchte Maitriebe umgerechnet, zusammengefaßt. Auf Fläche I sind sie nicht hoch; daß es hier nur an einzelnen Tagen zur Ablage kam, mag zufallsbedingt sein. In Fläche II liegen die Eizahlen wesentlich höher, was nicht so verwunderlich erscheinen will, wenn man an die hier beträchtlichen Kokonzahlen im Boden denkt (Tab. 3). In Fläche V, die in unseren Untersuchungen die höchsten Kokonzahlen hatte, ist die Eiablage gering. In dem Fichtenjungwuchs aber, dessen geringe Kokonzahlen aus dem starken Bodenbewuchs leicht zu erklären sind, liegt die Eiablage ungewöhnlich hoch, von allen fünf Flächen am höchsten.

Dies führt mich zu dem Schluß, daß hierher die Wespen aus anderen Gebieten übergeflogen sein müssen. Außer dem Mißverhältnis zwischen Kokon- und Eidichte bestimmt mich hierzu noch das oben erwähnte Nachhinken der Höchstwerte in der Eiablage hinter denen der anderen

Tabelle 5

Eiablage (in E/100 Tr.) auf den biologischen Veruchsflächen

	Fläche I	Fläche II	Fläche III	Fläche IV	Fläche V
19. Mai . . .	—	4	—	—	—
22. Mai . . .	—	—	—	—	—
24. Mai . . .	—	—	—	—	—
27. Mai . . .	—	12	3	—	—
30. Mai . . .	—	3	3	—	2
2. Juni . . .	—	10	—	9	9
5. Juni . . .	22	79	42	—	1
8. Juni . . .	—	15	67	1	8
12. Juni . . .	—	3	4	3	—
14. Juni . . .	1	58	14	15	5
17. Juni . . .	—	—	—	—	—
20. Juni . . .	—	—	3	—	—
23. Juni . . .	4	1	79	—	1

Flächen und die auffallend hohe Spitze des Spätgipfels. Die recht erheblichen Flugleistungen, von denen Nägeli bei Besprechung des Schwärmfluges berichtet, lassen ein Überfliegen durchaus als möglich erscheinen, zumal es gerade in den so vielgestaltigen Eichwalder Beständen sich um gar nicht sehr große Strecken zu handeln braucht. Leider finden sich im Schrifttum Angaben über Flugleistungen nicht. Auch diese Befunde müssen wir bei späteren Betrachtungen über Befallsermittlung und Bekämpfungsmaßnahmen berücksichtigen.

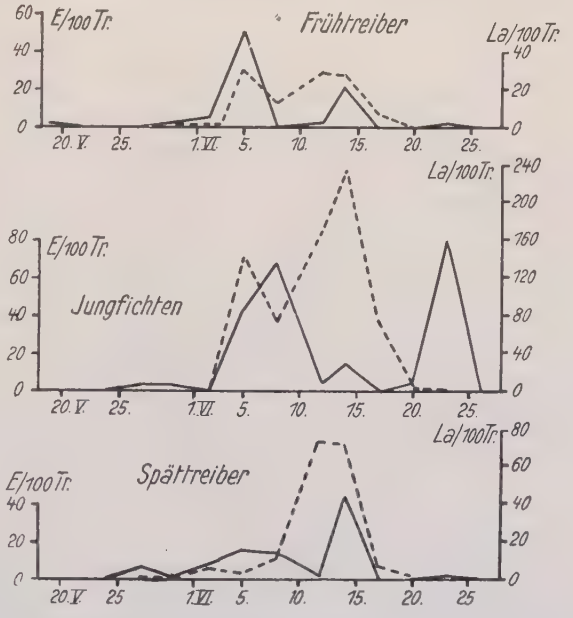


Abb. 7. Eiablage (ausgez. Linie) und Larvenauftreten (gestrichelte Linie). Frühtreiber, Spättreiber und Jungfichten zusammengefaßt, Eier ungeschlüpft je 100 Triebe (E/100 Tr.) und Larven aller Entwicklungsstufen je 100 Triebe (L./100 Tr.) umgerechnet

5. Larvenentwicklung

Ich bestimmte die Entwicklungsstufen durch Ausmessen der Kopfkapselbreiten mit dem Okularmikrometer bei etwa 12facher Vergrößerung unter dem Binokular. Die Häufigkeitsverteilung der Kopf-

kapselbreiten, Abb. 8, zeigt aber nicht die scharfe Abgrenzung der einzelnen Entwicklungsstufen, wie sie NÄGELI in seiner Fig. 20 darstellt. Bei einem Vergleich der Kopfkapselbreiten von Tieren aus Zimmerzuchten mit solchen aus dem Freiland wären diese Unterschiede verständlich, die einheitlichen Temperatur- und Nahrungsbedingungen der Zimmerzuchten im Gegensatz zum Freiland lassen sie viel schärfer hervortreten (vgl. die diesbezüglichen Untersuchungen an der Nonne, z. B. MAYER 1940, angeführt und ausführlich besprochen bei MORS 1942). Nun handelt es sich aber bei NÄGELI wie bei mir um Freilandtiere, auch angenähert um die gleiche Untersuchungsgrundlage (1894 Larven bei NÄGELI, 1427 bei mir). Die Variationsbreite der Entwicklungsstufen I—III stimmt ganz gut noch überein, bei IV und V nicht mehr. Die beiden Gipfel in jedem Bereich glaubte ich den Kopfkapselbreiten von Männchen und Weibchen zuordnen zu dürfen. Bei Entwicklungsstufe V ist das aber strittig. Zwar gibt NÄGELI an, daß V ausschließlich Weibchen liefert, jedoch beruhen diese Feststellungen auf

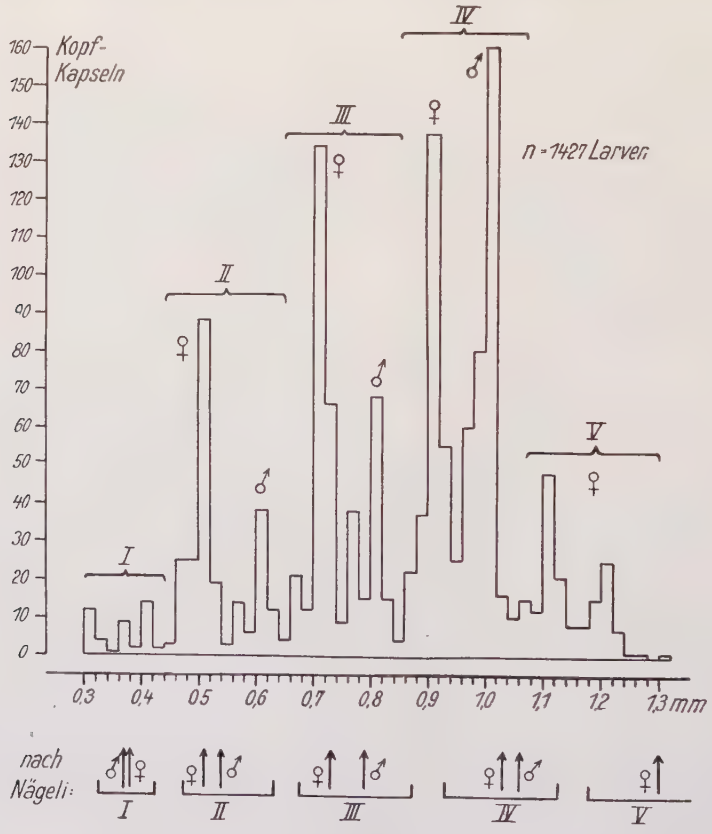


Abb. 8. Häufigkeitsverteilung der Kopfkapselbreiten von Larven der kleinen Fichtenblattwespe. Freilandtiere aller Versuchsflächen zusammen, gemessen mit Okularmikrometer bei 12 facher Vergrößerung mit Binokular. Darunter: Mittel-, Höchst- und Tiefstwerte der Kopfbreiten nach NÄGELI

Zimmerzuchten, die, wie oben erwähnt, keine unbedingten Schlüsse auf das Freiland gestatten. Die beiden Gipfel der Kopfkapselbreiten in der Häutungsstufe V, die nach Ausprägung wie Größenabstand durchaus dem Kurvenverlauf der früheren Entwicklungsstufen entsprechen, deuten aber die Möglichkeit an, daß auch in der letzten Häutungsstufe beide Geschlechter vertreten sind.

Wie die Eiablage, so zieht sich auch die Larvenentwicklung über fast die ganze Entwicklungszeit hin. Wir können also bis auf die ersten und letzten Tage alle Entwicklungsstufen vom eben abgelegten Ei bis zur einspinnbereiten Larve nebeneinander finden. Die Gesamtentwicklungszeit einer Larve mit vier Häutungsstadien, die Männchen liefert, gibt Nägeli mit 25, die mit fünf Stadien, Weibchen liefernd, mit 27 Tagen an, bei Gäbler lauten die entsprechenden Zahlen 14 und 17 Tage im Mittel. So überschneiden sich alle Stadien weitgehend und lösen sich nicht, wie es z. B. bei den Häutungsstufen der Nonnenraupen der Fall ist, ziemlich scharf ab. Die Häufigkeitskurven der einzelnen Häutungsstadien geben so ein wesentlich gedrängteres, unübersichtliches Bild (Abb. 4), das der

Tabelle 6

Larvenentwicklung

(Alle Werte in Prozent, eingeklammerte Werte bei zu geringen Zahlen untersuchter Larven)

	Mai	Juni						
	30.	2.	5.	8.	12.	14.	17.	20.
	Frühtreiber							
La. I			25			1		
La. II	(100)		59	6	13	5		
La. III		(100)	11	40	39	22		
La. IV			4	42	42	62	67	
La. V			1	12	6	10	33	
n =	1	2	100	52	93	118	18	
	Jungfichten							
La. I				4		1		
La. II			54	19	3	8		
La. III			28	29	17	40	18	
La. IV			18	43	63	45	67	(100)
La. V				5	17	6	15	
n =			95	94	75	239	61	1
	Spättreiber							
La. I	(50)	22	(40)	2	1			
La. II	(50)	67	(40)	55	10	4		
La. III		11	(20)	38	28	22	5	
La. IV				5	44	58	42	(67)
La V					17	16	53	(33)
n =	2	18	5	42	145	230	19	3

Figur 23 in NÄGELIS Darstellung recht ähnlich ist. Daß die Angaben in der Abb. 4 über den 20. Juni nicht hinausreichen, obwohl natürlich auch noch später Larven vorhanden waren, lag an den immer geringer werdenden Larvenzahlen. Die letzte Reihe der Abb. 4 veranschaulicht diese deutlich.

Die Larvenentwicklung an den einzelnen Fichtengruppen weist nur anfangs größere Unterschiede auf (vgl. Tab. 6). So waren am 8. Juni die Larven an den Frühtreibern am größten, in der Mitte lag die Entwicklung an den Jungfichten und erst in weitem Abstand folgten die Tiere an den Spättreibern. Bereits am 14. Juni hatten die Spättreiberlarven den Vorsprung der Frühtreibertiere aufgeholt und waren am 17. Juni am weitesten voraus. Im ganzen gesehen, scheint die Larvenentwicklung bei den Spättreibern am raschesten und bei den Jungfichten am langsamsten gewesen zu sein. Durch das zahlenmäßig nicht erfaßte Abbaumen der Altlarven zum Einspinnen im Boden, das ab 5. Juni begonnen haben dürfte, sind die Entwicklungsgeschwindigkeiten schwer zu fassen. Sie hängen ebensosehr von dem Zeitpunkt der Eiablage wie von den Außentemperaturen ab, und diese beeinflussen wieder das Fichtentreiben, das die Eiablage ebenfalls mitbestimmt. Da sich diese lange hinzieht und ihrerseits klimatischen Einflüssen unterliegt, diese aber von Bestand zu Bestand und da selbst von Stamm zu Stamm noch schwanken, sind die Unregelmäßigkeiten in der Larvenentwicklung verständlich. Außerdem waren nicht genügend Tiere vorhanden, um ihre Entwicklung mit ausreichender Genauigkeit für die einzelnen Versuchsflächen darzustellen.

Auch der Larvenbefall auf den Maitrieben entspricht wieder ungefähr dem Bild, wie wir es schon von der Eiablage her kennen (Abb. 7). Bei den Frühtreibern ist allerdings der Höhepunkt nicht so ausgeprägt in der ersten Hälfte der Entwicklungszeit, die Larvenzahlen bleiben für längere Dauer ziemlich gleich hoch. Bei den Spättreibern dagegen finden sich auch die Hauptmengen der Larven, entsprechend der Eiablage, in der zweiten Hälfte der Entwicklungszeit. Ebenso liegen bei den Jungfichten auch die Larvenzahlen sehr viel höher als auf den anderen Flächen, der Gipfel der Kurve (Abb. 7, Mitte) fällt etwa in die gleiche Zeit wie bei den Spättreibern. Da er um einige Tage nach dem ersten Gipfel der Eiablagekurve erscheint, könnte man den zweiten Gipfel, entsprechend dem später erneuten Ansteigen der Eiablage, noch nach dem 23. Juni vermuten. Leider brachen die Untersuchungen auf allen Flächen gleichzeitig ab und in dieser Zeit konnte ich auch nicht das Befallsgebiet aufsuchen, damit den besonders gelagerten Verhältnissen einzelner Flächen durch länger fortgesetzte Probeastungen hätte Rechnung getragen werden können.

Betrachten wir nun noch die Larvenzahlen der einzelnen Versuchsflächen, Tab. 7. Auch sie entsprechen dem Bild, das wir schon von der Eiablage her kennen: Am geringsten ist der Befall in Fläche V, dann

folgen Fläche I, IV, II und am höchsten sind die Larvenzahlen wieder in Fläche III. Auch die Verteilung über die Zeit hin ist ähnlich, so prägt sich z. B. auf Fläche II der Höhepunkt deutlich erst um den 14. Juni aus; wie schon zu Beginn erwähnt wurde, waren die hier ausgewählten Astungsstämme mehr als Spättreiber anzusehen.

Tabelle 7

Larvenzahlen auf den Versuchsflächen, in La/100 Tr. (Mittelwerte)

	Mai		Juni							
	27.	30.	2.	5.	8.	12.	14.	17.	20.	23.
Fläche I . . .	1	—	1	7	7	4	3	1	—	1
Fläche II . .	9	—	9	42	29	93	92	26	1	—
Fläche III . .	—	—	—	142	74	167	231	75	1	—
Fläche IV . .	—	—	—	3	3	16	19	—	—	—
Fläche V . . .	—	2	1	1	—	1	5	1	1	—

Im Mittel aller Flächen gleichen sich all diese Unterschiede weitgehend aus (Abb. 4 unten). Die beiden Höhepunkte der Larvenzahlen am 5. und 14. Juni sind jedoch deutlich erkennbar und die weit höheren Larvenzahlen in der zweiten Hälfte der Entwicklungszeit weisen auf die schwer befallenen Spättreiber hin. Die Gesamtzahl der Larven je Fichtenwipfel nimmt Reier mit rund 300 Larven an, eine Zahl, die nach den hier mitgeteilten Befallszahlen sehr gut zutreffen, wenn nicht noch überboten werden kann.

6. Feinde, Schmarotzer und andere Forstkerfe

Die Art der hier mitgeteilten Untersuchungen, als eine für spätere Arbeiten richtungweisende Vorarbeit gedacht, schloß eingehende Ermittlungen über die Sterblichkeitsursachen, besonders von der belebten Umwelt des Schadkerfs her, aus. Daß Vögel, Schmarotzer, Raubkerfe, Verpilzungen usw. die Vermehrung des Schadkerfs eindämmen, unterliegt keinem Zweifel. Neben der Feststellung, um welche Arten es sich dabei handelt, sind von eigentlich entscheidendem Wert erst Ermittlungen des zahlenmäßigen Umfanges. Diese müssen dann aber im Zusammenhang stehen mit den Befunden über Befall, Fraß, Bodenbeschaffenheit, Bestand usw.; erst dann sind sie zur vergleichenden Betrachtung auch in anderem Zusammenhang verwendbar. Zu derartigen Untersuchungen war 1939 keine Zeit. Sie wurden daher bewußt für die kommenden Jahre zurückgestellt. Da dies aber nur ein Plan bleiben mußte, sei hier das wenige, was über Schmarotzer festgestellt wurde, mitgeteilt.

Zunächst fanden wir in Übereinstimmung mit Nägeli bei den rund 900 untersuchten Eiern keinen Schmarotzerbefall. Im Gegensatz dazu spielen bei der Kiefernbuschhornblattwespe (*Lophyrus pini* L.) Eischmarotzer eine unter Umständen sehr bedeutende Rolle. Ebensowenig fanden sich an rund 1400 Larven aller Stadien Anzeichen von Befall

durch Raupenfliegen oder Schlupfwespen. Raupenfliegen sind nur in einer Art bekannt, *Arrhinomya cloacella* Kr.; Schlupfwespen (*Ichneumonidae*), soweit sie erwachsene Larven belegen, ebenfalls nur in einer Art, *Polyblastus flavicauda* Roman (siehe näheres bei NÄGELI).

Der Schlupfwespenbefall der Eichwalder Kokons wurde schon einmal erwähnt (S. 234), nach Tab. 3 lag er etwa bei 27 %. Die von ESCHERICH zusammengestellten Werte liegen um diese Beträge herum, in einigen Fällen sind sie höher. Die Rolle des Schlupfwespenbefalls bei dem Ablauf der Massenvermehrung bzw. ihr Einfluß auf die jährlichen Befallsschwankungen in Dauerschadgebieten ist noch sehr wenig geklärt.

Aus den Eichwalder Kokons wurden die folgenden fünf Arten gezogen [1]):

Microcryptus brachypterus Grav. 1 ♂, 2 ♀♀.

Stylocryptus spec. Material leider schlecht erhalten, nach Mitteilung von Herrn Dr. KUPKA vermutlich neue Art, vielleicht aber auch *St. brevis* GRAV., die auch NÄGELI aus *Lygaeonematus abietum* zog.

Polyblastus flavicauda Roman. Über die Lebensweise dieser Art macht NÄGELI genaue Angaben: Gewöhnlich werden nur die erwachsenen Blattwespenlarven angestochen, selten jüngere; an Eichwalder Tieren fand ich Schmarotzerlarven nie.

Mesoleius dubius Holmg. NÄGELI gibt nur nach FORSIUS aus Finnland eine *Mesoleius* spec. an. Bei den hier vorliegenden Stücken ist die Unterscheidung zwischen *M. dubius* und *M. liosternus* Thoms. nicht möglich, Herr Dr. KUPKA hält aber *M. dubius* für wahrscheinlicher.

Erromenus spec. Stücke ebenfalls schlecht erhalten, vielleicht *E. simplex* Thoms., die ESCHERICH aufführt.

Neben den Kokons der kleinen Fichtenblattwespe wurden noch einige andere Blattwespengespinste gefunden, aus denen zum Teil *Diprion* (*Lophyrus*) *polytomum* Htg. [2]) schlüpfte. Diese Art ist nach ESCHERICH in Europa verbreitet, forstlich jedoch kaum von größerem Belang. Mit *D. abieticola* D. T. zusammen gehört sie zu den einzigen bei uns an Fichte fressenden *Diprioninae*. Ihre leicht erkennbare Larve war zuweilen bei den Probeastungen zu finden, die Eiablage jedoch konnte nie festgestellt werden und zahlenmäßig war die Art in Eichwald bedeutungslos.

D. Befallsermittlung und Bekämpfungsplanung

Gewöhnlich ist für unsere wichtigsten Forstschädlinge mit der Ermittlung der Dichte ihrer Ruhezustände schon eine recht verläßliche Grundlage zur Beurteilung des zu erwartenden Schadens gegeben. Aus

[1]) Ihre Bestimmung verdanke ich durch freundliche Vermittlung von Herrn Regierungsrat Dr. SACHTLEBEN-Berlin-Dahlem, Herrn Dr. KUPKA-Oderberg, wofür auch an dieser Stelle gedankt sei.

[2]) Bestimmung übernahm dankenswerterweise Herr Dr. O. CONDE-Berlin-Dahlem.

der meist leicht durchführbaren Suche nach diesen im Boden (Forleule, Spanner) oder am Baum (Nonne) lassen sich Befallsdichte, Gesundheitszustand, Geschlechterverhältnis und voraussichtliche Eiererzeugung leicht ermitteln. Bestandsform und Jahr der Vermehrung sind weiterhin zu berücksichtigen, in manchen Fällen reicht das aber noch nicht aus. So müssen z. B. beim Kiefernspanner zur Puppensuche auch Zahl und Gesundheitszustand der Eier herangezogen werden. Bei den Blattwespen liegen die Verhältnisse noch verwickelter. Hier genügt es nicht, die Kokondichte und den Gesundheitszustand der Ruhelarven zu ermitteln, auch der Anteil überliegender Kokons spielt bei der Häufigkeit dieser Erscheinung eine große Rolle; zwischen Kokongröße und Eizahl kennen wir noch keine sichere Beziehung, die Eiablage in den Nadeln, die Bevorzugung bestimmter Nadeljahrgänge durch die Junglarven verschiedener Generationen, all dies beeinflußt die Sterblichkeit in sehr verschiedener Weise und erschwert dadurch eine sichere Beurteilung der Bestandsgefährdung (vgl. Schedl, Bitter-Niklas, Escherich).

Bei der kleinen Fichtenblattwespe sind es ähnliche Fragen, nur sind sie noch weniger bekannt und noch schwerer zu klären. Zudem handelt es sich in den meisten Fällen um keine kurzfristige Massenvermehrung, sondern um Dauerschäden, die über viele Jahre gehen, in ihrer Stärke schwanken, sich von Jahr zu Jahr mehr oder weniger ausbreiten und wegen des langsamen Vordringens als Gefahr erst recht spät zu erkennen sind.

Die Vermehrung von *Lygaeonematus abietum* nahm in Eichwald etwa folgenden Verlauf (siehe Reier 1938):

1931 Befall der einheitlichen Fichtendickungen, Übergreifen auf Fichtenjungwüchse und Mischbestände.

1936 Auch Fichtenstangenorte und -althölzer werden befallen.

1937 Vornehmlich 20—30jährige Dickungen schwer geschädigt, trotzdem Knospen im Herbst meist noch gesund, nur in Frostlagen und durch *Chermes*-Schäden abgestorbene Kronen.

1938 Zopftrocknis durch starken Larvenfraß und Trockenzeiten stark gefördert.

1939 Dickungen zwar am schwersten geschädigt, sonst aber Fichten aller Bestandsformen und Altersklassen befallen. Verschiedene Jungwüchse scheinen erstmalig Larvenfraß zu erleiden.

Vorarbeiten 1938 untersuchten die Bekämpfungsmöglichkeiten und ermittelten die günstigste Art der Bekämpfung in der Verstäubung arsenhaltiger Gifte vom Flugzeug aus. 1939 erfolgte diese in Form eines Großversuches auf rund 1300 ha (Fischer). Der Erfolg war nach Abschluß der Bestäubungen durchschlagend, Larven wurden in allen untersuchten Giftflächen keine mehr gefunden. Trotzdem zeigten sich 1940 wieder stärkere Fraßschäden, deren insgesamt sehr ungünstiges Bild Fischer zu folgendem Schluß führt:

„Ein bisher unerreicht hoher Teil der Fichtenblattwespenkokons ist im Frühjahr 1939 nicht geschlüpft, sondern hat im Boden übergelegen und sich dadurch der Begiftung entzogen. Wohl war diese biologische Eigenart der Blattwespe bekannt und ist durch NÄGELI auch für die Fichtenblattwespe bestätigt worden. Er hat in einem Gebiet 2 %, im anderen 22 % überliegende Ruhelarven gefunden. Nicht bekannt aber war die Tatsache, daß unter gewissen Umständen auf großen Flächen der überliegende Anteil an Winterkokons so hoch sein kann, daß er die Nachhaltigkeit einer Bekämpfung äußerst beeinträchtigt. In solchen Fällen wird die Bekämpfung der Fichtenblattwespe trotz ihres geringen Preises sehr unwirtschaftlich, da es bei mehrjährigem Überliegen kaum möglich ist, dieselben Flächen wiederholt zu begiften."

Die Befallsvoraussage der kleinen Fichtenblattwespe muß sich mangels besserer Grundlagen immer noch zunächst auf die Kokonsuche stützen. Die Kokons sind aber klein, unregelmäßig im Boden verteilt und schwer zu finden, so daß mit einem hohen Übersehfehler gerechnet werden muß. Sie von Facharbeitern in der Forstschutzstelle untersuchen zu lassen (von REIER durchgeführt, von mir nicht zur Ausführung gekommen) ist nur in kleinerem Umfang, nicht aber bei großflächigen Arbeiten möglich. Aus den gefundenen Kokons ist demnach wenig über die Befallsdichte, lediglich über Sterblichkeit und Anteil Überliegender etwas auszusagen. Es bleibt die Befallskarte auf Grund der Fraßschäden (REIER), zumal die Schädigung über viele Jahre hin den Fraßgrad eines Bestandes zu einem angenähert brauchbaren Maßstab für künftigen Befall macht.

Die eigenen Befunde verwischen aber diese wenigstens einigermaßen klaren Linien wieder. Trotz vieler nicht schlüpfender Kokons (Tote und Überliegende) waren Eiablage, Larvenbefall und -fraß auf den Versuchsflächen zum Teil sehr erheblich. Die Eiablage erstreckte sich nicht nur auf die eben entfaltenden Maitriebe, sondern auch auf ältere. Damit waren sowohl die frühesten Frühtreiber, wenn auch in geringem Maße bedroht, als auch die später treibenden Fichten in stärkstem Maße den Wespen ausgesetzt. Zudem zog sich die Eiablage über etwas mehr als einen Monat hin und wies sogar noch in der zweiten Hälfte einen neuen Höhepunkt auf. Das verschiedene Austreiben der Fichten stellt also nur einen sehr geringen Schutz vor dem Blattwespenbefall dar. Hohe Ei- und Larvenzahlen auf der Jungwuchsfläche, bei ganz geringer Kokondichte, zwangen zu dem Schluß, die Möglichkeit eines Überfluges schwärmender Blattwespen, gleich, ob freiwillig oder vom Winde getrieben, viel stärker zu berücksichtigen. Schließlich fanden sich Larven ebenfalls noch bis zum Ende der Beobachtungszeit auf den Versuchsflächen, stellenweise wahrscheinlich noch über diese Zeit hinaus.

Wie ist nun der neue Fraß 1940 trotz offenkundig gut gelungener Bestäubung zu erklären? FISCHER mißt, wie oben wörtlich wiedergegeben, dem vermutlich sehr hohen Anteil überliegender Blattwespenlarven die hauptsächliche Schuld bei. Ich glaube, dieses einschränken zu müssen.

Dazu seien zunächst aber noch einige Zahlen über die Bekämpfung genannt. Es wurden bestäubt:

485,2 ha vom 3.—7. Juni zum ersten Male, vom 13.—17. Juni zum zweiten Male,
802,0 ha vom 15.—19. Juni zum ersten Male.

Zweimal wurden rund 38 % der gesamten Bestäubungsfläche behandelt, der größere Teil (62 %) dagegen nur einmal, noch dazu gegen Ende der Gesamtentwicklungszeit der Blattwespe überhaupt. Auf diesen letztgenannten 802 ha ist bis zum Beginn der Bestäubung (15. Juni) ein großer Teil der Larven, vermutlich die aller Früh- und die eines großen Teiles der Mittel- und Spättreiber ungestört zum Einspinnen in den Boden gekommen. Nur auf den zweimal behandelten Flächen dürften wesentlich mehr Larven vernichtet worden sein. Trotzdem sind auch diese Flächen 1940 erneut befressen worden. Im Frühjahr 1939 überlagen 20—26 % der Kokons (Tab. 3). Von diesen wie von den im Sommer 1939 neu eingesponnenen wird bis zum Frühjahr 1940 sicher ein sehr erheblicher Teil Räubern, Schmarotzern und Krankheiten zum Opfer gefallen sein. Weniger also auf die überliegenden Kokons ist das Hauptgewicht zu legen als vielmehr auf die nur einmalige Bestäubung eines erheblichen Teiles der Befallsflächen. Die weniger enge Bindung der Eiablage an eine bestimmte Maitriebentwicklung, die fast bis zum Schluß der Gesamtentwicklungszeit ausgedehnte Eiablage, das weitgehende Überschneiden des Austreibens von Früh- und Spättreibern aller Abstufungen und die Möglichkeiten eines Überfluges geben der Blattwespe eine ungeahnt große Angriffsbreite. Vergegenwärtigen wir uns hierzu noch einmal die Abb. 4, dann sehen wir, wie die einmalige Begiftung notwendig große Larvenzahlen übriglassen mußte (siehe Pfeile als Hinweis auf die Begiftungszeiten in der Darstellung des Larvenauftretens, Abb. 4). Daß nun 1940 erneut viele Bestände, sogar zweimal bestäubte, befressen wurden, erklärt sich aus den so immer noch vorhandenen großen Kokonzahlen (an denen Überliegende wohl nicht entscheidenden Anteil hatten) und dem dann erfolgenden Überflug der Wespen, dem ich sehr große Beachtung schenken möchte.

Grundlage einer Bekämpfungsplanung werden Kokonversuche und Karte des Fraßgrades bleiben müssen. Erstere gibt den Einblick in Sterblichkeit, in den Anteil der überliegenden Larven und, sofern an ausgewählten Stellen durchgeführt, wenigstens angenähert in die Belagsdichte der Kokons. Gäbler stellt ganz die gleichen Forderungen: Kokonsuchen [1]), unter Berücksichtigung der Bodendecken-Beschaffenheit durchführen und darüber hinaus alle Formen der Bodenbedeckung und die prozentuale Verteilung der Kokonsuche über den Bestand berücksichtigen. Die Befallskarte nach dem Fraßgrad gibt uns den Umfang der Bedrohung, wenn sie auch, worauf Gäbler hinweist, nur den Fraßgrad des Vorjahres ver-

[1]) Notfalls Erdproben, um den Suchfehler zu verringern, in der zuständigen Forstschutzstelle auslesen lassen.

zeichnet. Auch SCHWERTFEGER (1941, S. 75) betont dies und sagt, daß einem starken Fraß nicht notwendig im nächsten Jahr an der gleichen Stelle wieder ein solcher folgen müsse. Für eine kurzfristige Massenvermehrung trifft das sicher noch mehr zu als für ein Dauerschadgebiet, in dem der Befall der Fichtenblattwespe sich langsamer ausbreitet; daß aber auch hier der Einwand SCHWERTFEGERS zutreffen kann, zeigten gerade die oben mitgeteilten Eichwalder Verhältnisse. Was aber eine Karte nach dem Fraßgrad als bedroht angibt, ist es auch; zweifelhaft ist die Gefahr erst für die noch nicht befressenen Bestände. Die Fraßgradkarte soll eben nicht allein, sondern erst zusammen mit dem Ergebnis der Kokonsuche der Bekämpfungsplanung dienen. Ich kann mir vorerst nicht denken, welche anderen Grundlagen hierzu noch vorhanden sein sollten.

Die Begiftung wird sich, soweit nur irgend durchführbar, auf alle nennenswert befallenen, nicht nur die ausgesprochen bedrohten Flächen erstrecken müssen. Nur so sichern wir uns wenigstens einigermaßen vor den Auswirkungen der nicht begifteten Befallsgebiete für das folgende Jahr. Die Behandlung muß unter allen Umständen zweimal in der Entwicklungszeit erfolgen. Freilich wird sie dann teurer, zumal man bei den großen Flächen wegen der erheblichen Nebenschäden (siehe FISCHER) auf die billigen Arsenstäube wird verzichten müssen. So schlagartig ihre Wirkung gerade auf Blattwespenlarven ist, so muß es doch unser Bestreben sein, andere Gifte von nicht so großer Gefahr für Warmblütler und trotzdem guter Abtötung der Blattwespenlarven zu finden. Ich denke da an das in neuester Zeit entwickelte „Gesarol" der Firma GEIGY-Basel (siehe WIESMANN 1942), das mit guter Giftwirkung, soweit bisher geprüft, absolute Unschädlichkeit für Warmblüter verbindet.

Teuerer wird dadurch eine Bestäubung gegen die kleine Fichtenblattwespe sicherlich. Hierauf weist schon FISCHER hin, und auch GÄBLER hält eine zweimalige Begiftung im Jahr für finanziell unmöglich. Daß sie technisch durchführbar ist, hat der Großversuch im Forstamt Eichwald gezeigt, ob sie aber unwirtschaftlich ist, möchte ich offenlassen. Man denke nur an die Zuwachsschäden der Fichten bei lang anhaltendem Befall (NÄGELI) und die große Borkenkäfergefährdung der geschwächten Stämme, die gerade in ostpreußischen Fichtenbeständen bedrohlichste Formen angenommen hat (siehe WELLENSTEIN 1942). Es scheinen sich mir unter diesen Gesichtspunkten höhere Begiftungskosten doch zu rechtfertigen.

An einem neuen Standort wird die Massenvermehrung selbst gut bekannter Forstschädlinge immer Abweichungen vom Regelverlauf zeitigen. Bei einem im ganzen Lebensablauf so schwer zu fassenden Kerf wie der kleinen Fichtenblattwespe muß das in noch viel höherem Maße der Fall sein. Die biologischen Erkenntnisse unmittelbar der gleichzeitig laufenden

Bekämpfung nutzbar zu machen, war in Eichwald 1939 nicht möglich gewesen. Dies mußte erst Jahre später geschehen, hoffentlich zum Nutzen für künftige Arbeiten.

E. Zusammenfassung der Hauptergebnisse

1. Die kleine Fichtenblattwespe, *Lygaeonematus abietum* Htg., seit 1931 in ostpreußischen Fichtenbeständen bemerkbar und seit 1937 immer gefährlicher werdend, wurde im Forstamte Eichwald-Ostpreußen in Vorversuchen 1938 und in einem Großversuch 1939 auf ihre Bekämpfungsmöglichkeiten hin untersucht. Biologische Beobachtungen ließen sich dem in kleinerem Maßstabe einfügen, Untersuchungsbedingungen und -verfahren werden beschrieben.
2. Entsprechend dem hohen Befall aller Bestandsformen und Altersklassen wurden auf fünf Versuchsflächen die kennzeichnendsten unter ihnen ausgewählt und auf jeder an zwei Stammgruppen, Früh- und Spättreibern, laufend in 3—4tägigem Abstande Probeastungen vorgenommen.
3. Das Fichtentreiben, hier nur von dem frühesten Beginn der Wespeneiablage 1939 an erfaßt, war schon innerhalb derselben Baumkrone sehr verschieden und zeigte stamm- und bestandsweise große Abweichungen.
4. Die Kokondichte im Boden war wegen der unregelmäßigen Einspinnweise der Larven nur schwer zu fassen; sie wurde an den als bevorzugt bekannten Bodenformen aller Bestände ermittelt. Am höchsten war sie im Altholz, am niedrigsten im Fichtenjungwuchs; die Gesamtsterblichkeit schwankte zwischen 31 und 63%, der Schmarotzerbefall lag um 27% und die Zahl überliegender Kokons betrug 22 bis 26%.
5. Die Eiablage erstreckte sich über größere Maitrieblängen als bisher bekannt war, so daß ihr Höhepunkt bei Frühtreibern in der ersten, bei Spättreibern in der zweiten Hälfte der Eiablagezeit lag. Bei den Jungfichten war sie außerordentlich hoch, die Gipfel lagen zudem später als bei den anderen Fichten, so daß in Anbetracht der geringen Kokonzahl auf der Jungwuchsfläche Überflug der Wespen von anderen Gebieten her angenommen werden muß.
6. Durch die lange ausgedehnte Eiablage finden sich gleichzeitig alle Entwicklungszustände der Blattwespe auf engem Raum, vom Ei bis zur einspinnbereiten Larve. Die Larvenentwicklung läßt nach Früh- und Spättreibern wie nach Jungfichten getrennt keine großen Unterschiede erkennen, die Larvenzahlen auf den Trieben dagegen zeigen ein ganz ähnliches Bild wie die Eizahlen. Auch hier wieder sind auf den Jungfichten ungewöhnlich hohe Larvenmengen zu finden, aus der zeitlichen Lage der Höchstwerte wird eine über den Ab-

schluß der Beobachtungen hinausgehende Larvenentwicklung wahrscheinlich.

7. Die Bestäubung der Eichwalder Bestände 1939 mit Arsengiften hatte einen guten Erfolg, trotzdem waren 1940 auch zweimal behandelte Flächen wieder erheblich befressen. Zunächst schrieb man dies den vermutlich unerwarteten hohen Zahlen überliegender Kokons zu. Nur 38% der Begiftungsfläche sind jedoch zweimal begiftet worden, auf den restlichen, noch dazu gegen Ende der Entwicklungszeit begifteten 62% der Fläche sind daher sehr viele der Larven ungehindert zum Einspinnen gekommen. Ihr Anteil wird durch den verbreiterten Spielraum in der Wahl der Maitrieblänge zur Eiablage und durch das große Überschneiden im Austreiben der Fichten sicher als sehr hoch anzunehmen sein. Von den so entwickelten Kokons der nur einmal begifteten Flächen hat sich 1940 der Befall durch Wespenüberflug erneut wieder ausbreiten können.
8. Zur Befallsermittelung und Bekämpfungsplanung werden wir vorerst allein auf eine sorgfältige und umfangreiche Kokonsuche, zusammen mit der Fraßgradkarte angewiesen bleiben. Die Begiftung wird dann unbedingt zweimal in der Wespenentwicklungszeit stattfinden müssen etwa 14 Tage nach Beginn der Eiablage zum ersten und gegen Ende der Larvenzeit zum zweiten Male. Wegen der Gefahr einer nachträglichen Wiederausbreitung des Befalls soll sie großzügig geplant werden und wenigstens innerhalb des Streugebietes unbehandelte Flächen vermeiden. Im Hinblick auf die großen Zuwachsschäden bei langjährigem Blattwespenbefall und auf die große Borkenkäfergefährdung der geschwächten Fichten ist diese Bekämpfungsforderung zwar teuer, aber sicher nicht unwirtschaftlich.

Schrifttum

BITTER, B. und O.-F. NIKLAS, Die Massenvermehrung der Kiefernbuschhornblattwespe *(Pteronus pini* L.) im Forstamt Trappen, Ostpr. Forstwissenschaftl. Centralbl. **61**, 1939.

ESCHERICH, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. 5. Bd. Berlin 1942.

v. FINCK, E., Untersuchungen über die Lebensweise der Tachine *Parasetigena segregata* Rond. in der Rominter Heide 1935 usw. Die Nonne in Ostpreußen 1933—1937. Monogr. z. angew. Entomologie Nr. 15. 1943.

FISCHER, H., Die kleine Fichtenblattwespe im Forstamt Eichwald, Ostpr. Mitt. aus Forstwirtsch. u. Forstwissensch. 1942.

GÄBLER, H., Die kleine Fichtenblattwespe, *Lygaeonematus pini* Retz., ihre Prognose und die Aussichten für ihre Bekämpfung. Tharandter Forstl. Jahrb. 1940. S. 91.

MEHNER, Das Hinsiechen der Fichtenbestände im sächsischen Niederland durch Fraß der Fichtenblattwespe. Sächs. Heimatschutz Bd. **17**, 1928.

MITSCHERLICH, H. und G. WELLENSTEIN, Die Nonne an Früh- und Spättreiberformen der Fichte. In „Die Nonne in Ostpreußen 1933—1937". Monogr. z. angew. Entomologie Nr. 15, 1943.

Mors, H., Die Entwicklung der Nonne im Freiland unter besonderer Berücksichtigung des Klimas und der Fraßpflanze. In „Die Nonne in Ostpreußen 1933—1937". Monogr. z. angew. Entomologie Nr. 15, 1943.

Nägeli, W., Die kleine Fichtenblattwespe. Mitteil. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen Bd. **19**, 1936.

Niklas, O. F., Die Lebensweise der Raupenfliege *Parasetigena segregata* Rond. in der Rominter Heide im Hinblick auf eine biologische Bekämpfung der Nonne. In „Die Nonne in Ostpreußen 1933—1937". Monogr. z. angew. Entomologie Nr. 15, 1943.

Reier, J., Ein Beitrag zur Biologie, Prognose und Bekämpfung der kleinen Fichtenblattwespe im ostpreußischen Fichtenwald. Deutsche Forstzeitung **7**, 1938.

Schedl, K., Zur Blattwespenprognose. Mitt. a. Forstwirtsch. u. Forstwissensch. **9**, 1938.

Schwerdtfeger, F., Prognose und Bekämpfung forstlicher Großschädlinge. Reichsnährstandsverlag GmbH. Berlin N 4. 1941.

Wellenstein, G., Beitrag zur Biologie der roten Waldameise *(Formica rufa* L.) unter besonderer Berücksichtigung klimatischer und forstlicher Verhältnisse. Zeitschr. f. angew. Entomologie **14**, 1928.

— — Das Fichtensterben in Ostpreußen. Deutsche Forstzeitung **10**, 1941.

Wiesmann, O., Neue Versuche mit Arsen-Ersatzstoffen im Obstbau. Schweiz. Zeitschr. f. Obst- u. Weinbau (Wädenswil) 1942.
Im gleichen Jahrgang noch weitere Arbeiten über „Gesarol".

Aus dem Institut für Forstentomologie und Forstschutz der Hochschule für Bodenkultur in Wien

Über das Auftreten von Tortrix viridana L. im Gebiet der Pollauer Berge und die Parasiten und Räuber dieses Schädlings

Von

Else Jahn, Wien

Mit 8 Abbildungen

In den Jahren 1941 und 1942 kam es in vielen Teilen von Niederdonau, sowie in Gebieten des Protektorates Böhmen und Mähren zu einem starken Ansteigen der Bevölkerung von *Tortrix viridana* L. So zeigten 1941 in Niederdonau die Eichenwaldungen in der Umgebung der Orte Straßhof, Gänserndorf, Matzen und Wolkersdorf ein stärkeres Auftreten von *Tortrix*, in der Nähe von Obersiebenbrunn war es sogar zu recht ausgedehntem, örtlichem Kahlfraß gekommen. Besonders stark hatte sich jedoch der Eichenwickler in den Waldungen der Umgebung von Nikolsburg und Unterwisternitz vermehrt. Hier kam es auf größeren Flächen zu einer ausgesprochenen Massenvermehrung von *Tortrix viridana*, und zwar sowohl in den Waldungen längs der Niederung der March, als auch in den Wäldern der Pollauer Berge. Die Stellen starken Auftretens des Eichenwicklers waren durch die Reviere Unterwisternitz, Pollau, Milowitz, Klentnitz, Pulgram und Tracht gekennzeichnet. Das starke Anwachsen der Bevölkerung führte hier bereits 1941 zu einem Massenauftreten von *Tortrix viridana*, das sich 1942 noch steigerte. Besonders stark waren 1942 die Reviere Pulgram und Klentnitz mitgenommen; hier war es 1942 zu einem Kahlfraß in einem Ausmaß von 150 ha gekommen.

Vergesellschaftet mit *Tortrix viridana* L. trat 1941 *Cheimatobia brumata* L. auf, 1942 fand sich neben diesem Frostspanner noch sehr häufig *Hibernia defoliaria* Cl. vor. Ferner zeigte sich 1942 noch vereinzeltes Auftreten von *Himera pennaria* L.

Die befallenen Waldungen in den obengenannten Revieren bestehen hauptsächlich aus Eiche, Feldahorn, Ulme und Esche. Stellenweise sind diese Waldungen von dichtem, aus Hartriegel und Liguster mit einer

Beimischung von Crataegus und Sambucus bestehendem Unterholz durchzogen. Sie liegen in einem ausgesprochen warmen, trockenen Klimagebiet (das bekannte Gebiet der Pollauer Berge mit seiner vielfach der pannonischen und auch mediterran illyrischen Flora angehörenden Pflanzenwelt fällt ja herein), das vermutlich auch bestimmten Forstschädlingen optimale Lebensbedingungen bietet.

Auf Ersuchen des Fürstlich-Dietrichstein'schen Forstamtes Unterwisternitz wurden die befallenen Waldungen Anfang Juli 1941 und Ende Mai 1942 begangen.

Zur Zeit der ersten Begehung Anfang Juli 1941 war die Wiederbegrünung der befressenen Eichen bereits beendet. Kahlfraß hatte nur am Oberholz des Mittelwaldes stattgefunden, stellenweise waren jedoch auch die Schäden am Unterholz beträchtlich gewesen. Vom Eichenwickler fanden sich nur mehr die Puppenhüllen vor; Ende Juni hatte der Falterflug bereits stattgefunden. Des öfteren wurde *Cheimatobia brumata* an den Eichen angetroffen.

Im Jahre 1942 fand die Begehung bereits Ende Mai statt. Die Wiederbegrünung der Eichen setzte um diese Zeit langsam ein, man erhielt also ein eindrucksvolleres Schadensbild als im Vorjahr, wo Anfang Juli auch schon kahlgefressene Bestände wieder ein normales Bild boten. Die durch *Tortrix viridana* verursachten Schäden wurden noch durch die beiden Frostspanner *Cheimatobia brumata* und *Hibernia defoliaria* beträchtlich verstärkt. An den Eichen fanden sich vom Lichtfraß bis zum Kahlfraß alle Übergangsstufen. Am stärksten waren 20—30jährige Eichenbestände und das Oberholz des Mittelwaldes befallen. Die größten Fraßbeschädigungen wiesen 25jährige Eichenbestände und das Oberholz sowie einzelstehende Alteichen auf. Infolge der Dichte seiner Bevölkerung ging der Eichenwickler auch auf andere Laubhölzer über. So wiesen Feldahorn und Ulme mäßigen Fraß auf; an der Ulme hatte der Frostspanner *Hibernia defoliaria*, der sich an dieser ebenso stark wie an der Eiche vorfand, besonders mitgewirkt. Weder von *Tortrix viridana* noch von den beiden Frostspannern befallen waren die Eschen. Von den Sträuchern des Unterwuchses wies Sambucus mäßigen Fraß auf.

Tortrix viridana hatte sich um diese Zeit, also Ende Mai, bereits zum großen Teile verpuppt. In den Hang- und Berglagen der Pollauer Berge war die Verpuppung am 30. Mai beendet. In den Auwäldern lagen zu diesem Zeitpunkt ungefähr 60% der Bevölkerung als Puppen vor, 40% waren noch im Raupenstadium. Die Puppen des Eichenwicklers fanden sich überall, so an den gerollten Eichenblättern (Abb. 1a, b), in den Rindenritzen der Eichenstämme (die Eichenstämme waren vielfach wie mit einem lichten Schleier von den Gespinstfäden überzogen) (Abb. 1c), aber auch an anderen Laubhölzern, besonders stark am Unterwuchs, an Bodenpflanzen und in der Streu. An den Blättern fanden sie sich vielfach in den von den

Abb. 1a. *Tortrix viridana*-Puppen an Eiche. Original

Abb. 1b. *Tortrix viridana*-Puppen an Eichen. Original

Raupen gedrehten Wickeln, häufig baumelten sie jedoch an Spinnfaden von den Blättern herunter, so daß Bäume, Sträucher und Bodenkräuter wie behängt mit ihnen waren (Abb. 2).

Das im forstentomologischen Institut zu Wien eingezwingerte Puppenmaterial erwies sich im großen und ganzen als gesund. Aus 3000 eingezwingerten Puppen wurden nur 28 Stück einer einzigen Parasitenart

erhalten, aus den übrigen schlüpften gut entwickelte, gesunde Falter. Die Schlüpfzeit des Falters lag in der Zucht zwischen 7. und 11. Juni, die des Parasiten zwischen 11. und 18. Juni 1942.

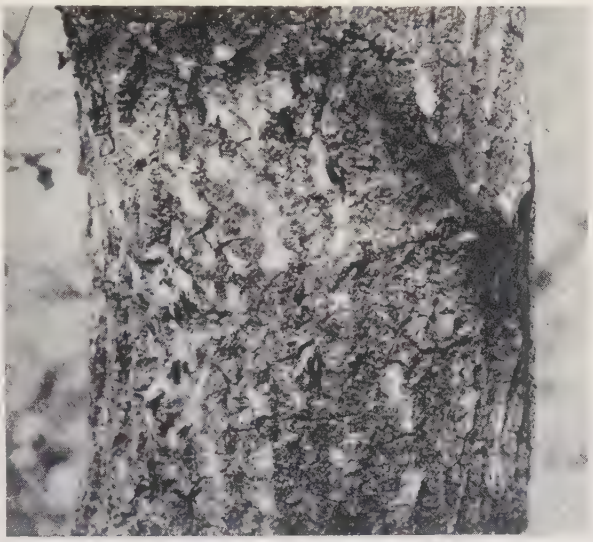


Abb. 1c. Mit Gespinstschleiern von *Tortrix* überzogener Eichenstamm Original

Die Parasiten gehörten alle der Ichneumonidenart *Pimpla maculator* Grav. an. *Pimpla maculator* ist ein ausgesprochener Wicklerparasit. So ist sie vielfach Hauptparasit von *Cacoecia murinana* und ist in Mitteleuropa tatsächlich der wichtigste Parasit dieses Schädlings (siehe Schimitschek, Untersuchungen über Parasitenreihen).

Die Parasitierung von *Tortrix viridana* im Gebiet der Pollauer Berge war somit auffallend gering, ja geradezu ärmlich — war doch nur eine Art vorhanden und betrug das Parasitierungsprozent nur 0,9 —. Hingegen waren die Räuber sehr zahlreich vorhanden. So wurden bei der Be-

Abb. 2. *Tortrix viridana*-Puppen an Eiche. Original

gehung im Mai 1942 eine ganze Anzahl von verschiedenen Gruppen angehörenden Insekten als Räuber des Eichenwicklers festgestellt.

In den befallenen Waldungen fiel außer den genannten Schädlingen das gehäufte Auftreten bestimmter anderer Insekten auf. Immer, und zwar in allen Waldabschnitten fand sich eine Panorpate vor, ebenso häufig waren zwei Wanzenarten anzutreffen. Zahlreich war auch der große Puppenräuber *Calosoma sycophanta* L. vertreten. Besonders ins Auge fallend war jedoch die große Zahl der Canthariden. Diese hielten sich vorwiegend im Unterholz auf, waren jedoch auch an den Laubhölzern, besonders Eichen häufig anzutreffen. In Jungwaldungen ohne Unterholz waren die Canthariden nicht so häufig, dagegen trat hier der große Puppenräuber besonders stark auf.

Wie später festgestellt wurde, handelte es sich bei der Panorpate um *Panorpa communis* L. (Abb. 3), die beiden Wanzenarten gehörten der Familie der Miriden an und zwar wurden sie als *Cyllocoris histriconicus* L. (Abb. 5) und *Calocoris ochromelas* Gmelin (Abb. 6) bestimmt. Unter den Canthariden war die am häufigsten auftretende Art *Cantharis rustica* Fall.

Das zahlreiche Vorhandensein dieser Insekten legte die Vermutung irgendwelcher Zusammenhänge ihres gehäuften Auftretens mit der Eichenwickler- und Frostspannerkalamität nahe. Die starke Vermehrung von *Calosoma sycophanta* hing ohne Zweifel mit der Kalamität zusammen, pflegt doch nach den Erfahrungen vieler Praktiker und Forscher in Raupenjahren die Bevölkerung dieses Käfers, selbst in Gebieten, wo er schon selten war, sehr rasch anzusteigen. Es wurde daher auch den anderen in diesem Gebiete so auffallend häufig vorhandenen Insektenarten besonderes Augenmerk geschenkt und wirklich wurden diese Arten in häufigen Fällen als Räuber von *Tortrix viridana* angetroffen. *Panorpa communis* und die beiden Miriden überfielen die Puppen des Eichenwicklers, *Cantharis rustica* stellte Raupen und Puppen dieser Lepidoptere nach. *Cantharis rustica* wurde ferner noch beim Ausfressen von Frostspannerraupen und Eigelegen verschiedener Insekten angetroffen, wie ihm auch Kannibalismus keineswegs fremd war (er wurde beim Verzehren von Artgenossen beobachtet).

Bevor auf die Angriffsart, der hier als Räuber von *Tortrix viridana* festgestellten Insektenarten näher eingegangen wird, sollen kurz die Literaturangaben über die Lebensweise dieser Arten besprochen werden.

Panorpa communis wird von älteren Autoren als räuberisches Tier angeführt, nach übereinstimmenden Angaben aus der Literatur der neueren Zeit nimmt sie aber nur Aas oder sterbende Tiere an. EIDMANN allerdings, der ein starkes Auftreten von *Panorpa communis* zusammen mit *Calosoma sycophanta* bei einer Frostspanner- und Eichenwicklerkalamität in der preußischen Oberförterei Kottwitz beobachtet hatte, führt an, *Panorpa communis* beim Verzehren eines gesunden Eichenwicklerräupchens beobachtet zu haben. In den Wäldern von Unterwisternitz wurde diese

Skorpionsfliege oft beim Aussaugen von gesunden Tortrixpuppen angetroffen. Es mag dies den Angaben der meisten neueren Autoren, die *Panorpa* als Aas fressendes oder sterbende Tiere überfallendes Insekt bezeichnen, insofern nicht widersprechen, als hier sowohl die äußerliche Ruhestellung als auch der relativ latente Lebenszustand während der Puppenruhe für den Angriff ausschlaggebend sein kann.

Die beiden räuberischen Wanzenarten gehören der Familie der Miriden an. Von dieser Familie gibt Weber an, daß sie in der Mehrzahl phytophag sei, aber auch einige räuberische Formen enthalte. Über *Calocoris ochromelas* Gmelin findet sich bei Stichel die Angabe, sie sei hauptsächlich auf blühenden Eichen heimisch „schädlichen Insekten wie Raupen von *chrysorrhoea* nachstellend". Über die nahe verwandte *Cyllocoris histrionicus* L., die Stichel ebenfalls auf blühenden Eichen vorkommend anführt, finden sich keine näheren Hinweise über ihre Lebensweise. Wanzen als Feinde des Eichenwicklers wurden bereits festgestellt. Escherich führt in seinen „Forstinsekten Mitteleuropas" unter den Feinden des Eichenwicklers nicht näher bestimmte „Baumwanzen" an. Ebenso werden in diesem Werk „Wanzen" als Räuber von *Hibernia defoliaria* angegeben.

Die Canthariden sind nach Escherich sowohl als Larven, als auch als Imagines carnivor, doch gibt es unter ihnen auch einige Pflanzenfresser. Zu diesen zählt auch *Cantharis rustica*, dessen Schäden an der Eiche immerhin so bemerkbar werden, daß er unter die Forstschädlinge gestellt wird. Dieser Käfer hat jedoch neben seiner phytophagen auch die carnivore Lebensweise seiner Familie beibehalten, zumindest kehrt er in günstigen Fällen, wie in einem Massenvermehrungsgebiete zu ihr zurück. Er wurde im Gebiete der Pollauer Berge im Massenvermehrungsgebiete des Eichenwicklers so oft als Räuber von *Tortrix viridana* angetroffen, daß er hier als dessen Feind zweifellos eine bedeutende Rolle spielt, besonders da er in großen Massen auftrat. Ferner wurde er, wie schon erwähnt, noch als Räuber von Frostspannerraupen und Eiern verschiedener Insekten beobachtet, wie er auch seine Artgenossen keineswegs verschonte.

Die Art des Angriffes erfolgte bei den einzelnen Räubern in der für die betreffende Insektengruppe charakteristischen Weise. Die Skorpionsfliegen (*Panorpa communis*) (Abb. 3) senkten ihr Rostrum, durch ein größeres, unregelmäßig herausgebrochenes Loch der Chitinhülle in das Innere der Puppe und ließen es längere Zeit im

Abb. 3. *Panorpa communis* Linné. Orig.

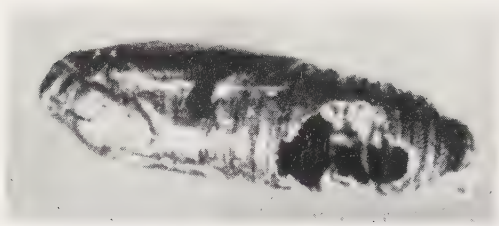


Abb. 4. Puppe von *Tortrix viridana* mit durch *Panorpa communis* herausgebrochenem Loch der Chitinhülle. Orig.

Innern des Puppenkörpers (Abb. 4). Nach WEBER erfolgt die Nahrungsaufnahme bei *Panorpa* in der Weise, „daß dieser den durch ein erbrochenes Verdauungssekret aufgeschlossenen Körperinhalt, teils mit Hilfe seiner schwachen Mandibeln abreißt, teils mit den Ladenteilen der Maxillen aufschlürft".

Die beiden Miridenarten *Cyllocoris histrionicus* Linné (Abb. 5) und *Calocoris ochromelas* Gmelin (Abb. 6) stachen durch ein äußerst feines Loch im Chitin den Puppenkörper an und saugten durch längere Zeit dessen Säfte auf.

Abb. 5. *Cyllocoris histrionicus* Linné. Original

Abb. 6. *Calocoris ochromelas* Gmelin. Original

Cantharis rustica legte sich zumeist über sein Beutetier, Puppe oder Raupe, darüber und fraß es von der Rücken- oder Bauchseite her aus (Abb. 7). In manchen Fällen war es so, daß der Cantharide mit seiner Beute, einer sich abspinnenden Raupe oder an einem Spinnfaden hängenden Puppe, in der Luft baumelte, sich aber dadurch nicht im geringsten in seiner Freßtätigkeit stören ließ. Manchmal, da der Spinnfaden noch kürzer war, hielt der Käfer mit den Tarsen seiner Hinterbeine sich an dem Blatt

oder Zweigstück, an welchem der Spinnfaden befestigt war, fest, während er mit den Tarsen der vorderen Beinpaare das Opfertier umklammerte und dabei ausfraß.

Kannibalismus wurde bei *Cantharis rustica* des öfteren beobachtet. Nach vorangegangenem Kampf wurde der unterlegene Artgenosse von der Bauchseite her ausgefressen (Abb. 8).

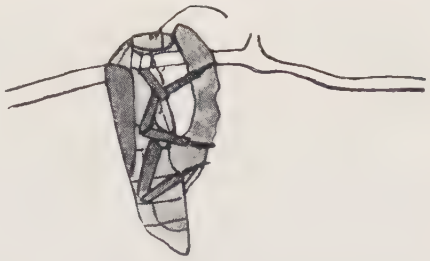


Abb. 7. *Cantharis rustica* beim Verzehren einer *Tortrix*-Raupe. Nach bei der Begehung aufgenommenen Farbbild gezeichnet

Nach all diesen Beobachtungen konnten *Panorpa communis* L, die beiden Miriden *Cyllocoris histrionicus* L. und *Calocoris ochromelas* Gmelin, sowie der Käfer *Cantharis rustica* Fall. eindeutig als Räuber des Eichenwicklers festgestellt werden; *Cantharis* ferner noch als Feind des Frostspanners, Räuber von Insekteneiern und Kannibale.

Bei *Panorpa communis* und den beiden Miridenarten hängt demnach wohl ihr starkes Vorhandensein in diesem Gebiete, ebenso wie das von *Calosoma sycophanta*, ursächlich mit dem Massenauftreten von *Tortrix viridana* zusammen. Bei *Cantharis rustica* mag es sich jedoch auch anders verhalten. Als auch phytophages, sich speziell von Eichen nährendem Tier mögen vielleicht die gleichen Faktoren wie bei *Tortrix viridana* und den Frostspannern zunächst zu seiner Vermehrung beigetragen haben und seine räuberische Lebensweise in dem Raupengebiete, das Ansteigen seiner Bevölkerungsdichte dann noch weiter begünstigt haben. Feststehend ist jedoch, daß in diesen Wäldern die Schäden von *Cantharis rustica* im Vergleich zu den durch *Tortrix viridana* und den Frostspannern verur-

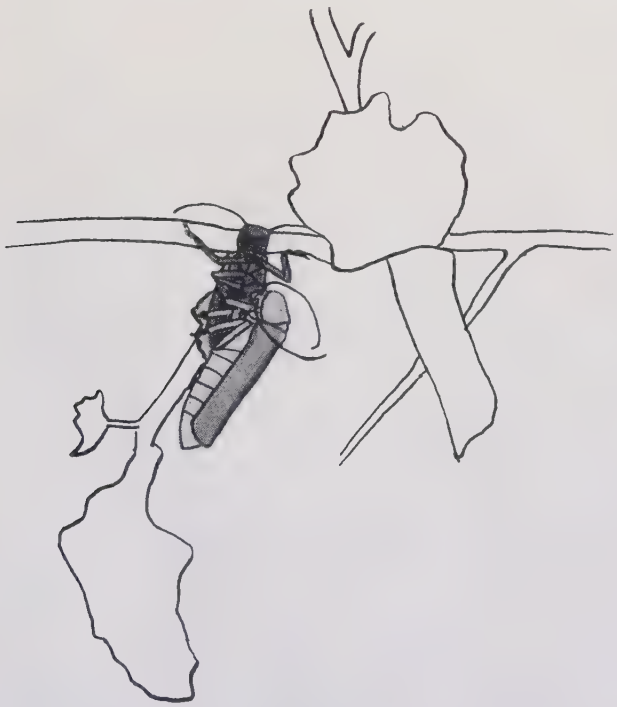


Abb. 8. *Cantharis rustica* als Kannibale. Nach bei der Begehung aufgenommenen Farbbild gezeichnet

sachten völlig bedeutungslos waren. Wohl aber hatte *Cantharis rustica* große Bedeutung als Räuber des Eichenwicklers und der Frostspanner und trug dadurch sicherlich, besonders durch sein massenhaftes Vorhandensein, zur Dezimierung dieser Schädlinge bei.

Es mag gestattet sein, am Ende der Arbeit noch einige weitere in den Waldungen festgestellte Insektenarten anzuführen und einige Hinweise auf ihre Lebensweise zu geben.

Häufig fand sich auf Eichen die Silphide *Silpha (Xylodrepa) quadripunctata* L., ferner wurden einige Vertreter der Elateridenarten *Melanotus brunnipes* Germ. und *Elater sanguinolentus* Schrnk. angetroffen. Von Canthariden waren außer dem so zahlreich aufgetretenen Canthariden *Cantharis rustica* noch *Cantharis obscura* L. und *Cantharis livida a. rufipes* Hbst. vorhanden. Weiterhin fiel in diesen Waldungen durch häufigeres Auftreten der Tenebrionide *Helops lannipes* L. auf. Vereinzelt fand sich noch *Pyrochroa coccinea* L. und die Lagriide *Lagria atripes* Muls. vor. Endlich wurden noch einige an Eichen schädliche Rüßler, so *Balaninus glandium* Mrsh. und eine *Phyllobius*art festgestellt.

Bezüglich *Silpha quadripunctata* L. fanden sich interessante Literaturangaben. Nach REITTER „sind Larven und Käfer dieser Art Raupenjäger und verfolgen auf Eichen die Raupen des Prozessionsspinners", in Frankreich stellen sie nach demselben Autor auch den Raupen von *Euproctis chrysorrhoea* nach. ESCHERICH führt *Silpha quadripunctata* L. unter den Räubern von *Tortrix viridana* an. So mag auch in diesem Gebiete ihr häufigeres Auftreten im Zusammenhange mit der Massenvermehrung des Eichenwicklers stehen, obzwar sie direkt als Räuber von *Tortrix viridana* nicht beobachtet wurde. Bezüglich der Lebensweise der Imagines der beiden Elateriden *Melanotus brunnipes* Germ. und *Elater sanguinolentus* Schrnk. finden sich in der Literatur keine Hinweise; ihre Larven leben in Mulm und stellen da holzbewohnenden Insekten nach. *Cantharis obscura* L. ist gleichfalls Eichenschädling; die Lebensweise mag in diesen Waldungen dieselbe sein, wie sie für *Cantharis rustica* festgestellt wurde; dieser Cantharide ebenso wie *Cantharis livida* L. *a. rufipes* Hbst. stellten wohl auch den Raupen und Puppen von *Tortrix viridana*, sowie den übrigen vorhandenen Raupen nach. Von *Helops lanipes* L. berichtet ESCHERICH, daß seine Imagines in großer Zahl an Kiefern vorkommen. Derselbe Autor berichtet weiters von einem so starken Auftreten dieses Tenebrioniden in einem Kiefernwalde bei München, daß sein Vorhandensein den Forstleuten auffiel. In den Wäldern der Umgebung von Nikolsburg und Unterwisternitz fiel ein häufiges Vorkommen dieses Käfers an vom Eichenwickler und den Frostspannern befallenen Eichen auf. *Pyrochroa coccinea* und der Lagriide fanden sich nur vereinzelt vor. Ebenfalls nur vereinzelt fand sich der an Eicheln schädlich werdende Curculionide *Balaninus glandium* Mrsh. vor.

Es sollte in dieser Arbeit eine kleine Darstellung des Auftretens des Eichenwicklers im Gebiet der Pollauer Berge gegeben, sowie sein Lebensverein: Parasiten und Räuber gekennzeichnet werden. Als besonders interessant erwies sich hierbei das zahlenmäßig starke Auftreten der als Räuber festgestellten Arten, so der Panorpate *Panorpa communis* Linné, der beiden Miriden *Cyllocoris histrionicus* Linné und *Calocoris ochromelas* Gmelin, des großen Puppenräubers und des Canthariden *Cantharis rustica* Fall., die wohl in ihrer Gesamtheit die Bevölkerung des Eichenwicklers zu dezimieren vermochten. Das zahlreiche Vorhandensein dieser als Räuber festgestellten Insekten ist in diesem Gebiete um so bedeutungsvoller, da Parasiten des Eichenwicklers fast fehlten (wie schon erwähnt, war nur ein einziger Parasit und dieser nur in geringer Zahl aufgetreten), und auch keine Bacteriosen festgestellt wurden. So kamen in diesem Jahr in den Wäldern der Umgebung von Nikolsburg und Unterwisternitz nur die räuberischen Insekten als wesentliche Feinde des Eichenwicklers in Betracht.

Zusammenfassung

Tortrix viridana L. fand sich im Gebiet der Pollauer Berge in den Jahren 1941 und 1942 im Zeichen der Massenvermehrung. Die Schäden des Eichenwicklers zeigten an den Eichen alle Übergangsstufen vom Lichtfraß bis zum Kahlfraß, besonders waren 25jährige Eichenbestände und Eichenüberhälter befallen. Auch auf andere Laubhölzer war *Tortrix* übergegangen. 1941 trat vergesellschaftet mit dem Eichenwickler *Cheimatobia brumata* L. auf, 1942 traten noch *Hibernia defoliaria* Cl. und *Himera pennaria* L. hinzu.

Das eingezwingerte Puppenmaterial erwies sich als vorwiegend gesund. Es wurde nur ein einziger Parasit *Pimpla maculator* L. und dieser nur in geringer Zahl festgestellt.

Als Räuber von *Tortrix viridana* wurden außer *Calosoma sycophanta*, die Skorpionsfliege *Panorpa communis* L., zwei Wanzenarten aus der Familie der Miriden: *Cyllocoris histrionicus* L. und *Calocoris ochromelas* Gmel. sowie der Cantharide *Cantharis rustica* Fall. festgestellt. Ihr Vorhandensein in diesem Gebiete war, wohl im Zusammenhang mit ihrer Lebensweise, so zahlreich, daß sie in ihrer Gesamtheit sicherlich eine wesentliche Dezimierung des Eichenwicklers herbeizuführen vermochten.

Ferner wurde noch die übrige in diesen Wäldern festgestellte Insektenwelt kurz gekennzeichnet und Hinweise auf ihre vermutliche Lebensweise gegeben.

Schrifttum

Eckstein, K., Forstliche Zoologie. Berlin 1897.

Eidmann, H., Die Bekämpfung vom Frostspanner und Eichenwickler durch Arsenbestäubung mittels Motorverstäuber. Mitteilungen aus der Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, Jahrg. 1930, Heft 4. Hannover, Verlag Schaper.

Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. II. Bd., Berlin 1923, III. Bd., Berlin 1931.

Judeich, J. F, Nitsche, H., Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. Wie 1895.

Schimitschek, E., Untersuchungen über Parasitenreihen. (Erscheint in den Mitteilungen der Hermann-Göring-Akademie Bd. 3.) 1943.

Stichel, W., Illustrierte Bestimmungstabellen der deutschen Wanzen. Berlin 1925—1938.

Weber, H., Lehrbuch der Entomologie. Jena, Verlag G. Fischer, 1933.

— — Biologie der Hemipteren. (Eine Naturgeschichte der Schnabelkerfe.) Berlin, Verlag J. Springer, 1930.

Mitteilung aus dem Vierjahresplaninstitut für Werkstofforschung beim Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem[1])

Beobachtungen und experimentelle Untersuchungen zur Kenntnis des Mulmbockkäfers (Ergates faber L.)

2. Die Larvenentwicklung

Von

Günther Becker

Mit 16 Abbildungen

Inhalt:

I. Vorbemerkung zur Durchführung der Versuche 263
II. Die Larve und ihre Lebensweise 265
III. Der Einfluß klimatischer Faktoren auf die Larvenentwicklung 268
1. Temperatur 268
2. Feuchtigkeit 271
IV. U. Verhalten verschieden großer Larven 275
3ntersuchungen über die Larvenernährung 276
1. Der Nahrungswert verschiedener Stammzonen und die Verwertbarkeit der Zellulose 276
2. Versuche mit Holzextraktionen und Zusätzen zum Holz 278
3. Zur Frage der Hefesymbiose 283
4. Die Bedeutung holzzerstörender Pilze für die Larvenentwicklung 284
V. Parasiten und Feinde der Larven, Puppen und Käfer 292
VI. Nachtrag zum 1. Teil (Temperaturabhängigkeit und Dauer der Puppenruhe) . 293
VII. Zusammenfassung der Ergebnisse 294
Schrifttum (vorwiegend zum 2. Teil der Arbeit) 295

I. Vorbemerkung zur Durchführung der Versuche

Die im Rahmen einer umfassenden Holzschutzforschungsaufgabe in der Abteilung Werkstoff-Biologie des Institutes durchgeführten Untersuchungen über den Mulmbockkäfer, der als technisch wichtiger Holzschädling des im Freiland verbauten Holzes von Bedeutung ist und dessen Larven nach vergleichenden Versuchen (B. Schulze und G. Becker 1941) eine besonders hohe Giftwiderstandsfähigkeit aufweisen, sollten, wie bereits

[1]) Die Versuche wurden in der Abteilung Werkstoff-Biologie des Institutes durchgeführt.

im 1. Teil der Arbeit gesagt, die Kenntnis dieses bisher gar nicht näher untersuchten Insekts fördern und die Grundlagen für einen geeigneten Holzschutz gegen die Mulmbockkäferlarven und für ihre Verwendung zur Holzschutzmittelprüfung bilden. Zugleich war ein mit dieser Untersuchung gegebener Beitrag zur vergleichenden Ökologie und Physiologie der holzzerstörenden Käferlarven sehr erwünscht (G. Becker 1943).

Allerdings mußte sie, nachdem die Versuche bereits vor Kriegsbeginn zum größeren Teil vorlagen, oft und lange unterbrochen und an Umfang zugunsten anderer, praktisch wichtigerer Arbeiten auf dem Holzschutzgebiet sehr eingeschränkt werden, und insbesondere bei den experimentellen Larvenuntersuchungen, die wegen der erforderlichen Einzelzuchten der Tiere, ihres zweimaligen Wägens und anderer Vorbereitungen recht zeitraubend sind, konnte wenig mehr durchgeführt werden, als zur grundsätzlichen Klärung der wichtigsten Fragen unbedingt erforderlich war. So war es weder möglich, Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen in größerer Zahl zu kombinieren, noch Fragen der Ernährungsphysiologie, z. B. den Einfluß der holzzerstörenden Pilze u. a. ganz befriedigend zu klären. Auch konnten die unter den verschiedenen Bedingungen von den Larven zerstörten Holz- und abgegebenen Kotmengen leider wegen der Langwierigkeit genauer Messungen nicht bestimmt, sondern stets nur die Gewichtsänderungen der Larven als Maßstab berücksichtigt werden.

Für die experimentellen Untersuchungen wurden in erster Linie Eilarven und jüngere Tiere verwendet, ältere Larven nur in verhältnismäßig geringem Umfang. Es wurde auf gleichmäßige Auswahl und Größenverteilung der Versuchstiere auf die einzelnen Versuchsreihen geachtet, nach Möglichkeit nur einheitlich vorbehandeltes Tiermaterial verwendet oder in den Fällen der Eilarvenversuche, wo dies nicht möglich war, ebenfalls für eine entsprechende Verteilung der Tiere auf die Einzelversuche einer Reihe gesorgt. Die Larven wurden einzeln vor Beginn und am Ende eines Versuches auf einer Analysenwage mit Dämpfung und automatischer Einstellung gewogen, und zwar die Eilarven sofort oder 1 Tag nach dem Schlüpfen, die jüngeren Tiere nach eintägigem, die älteren nach dreitägigem Hungern, um den Einfluß der Kotmenge auf das Gewicht möglichst auszuschalten.

Sofern nichts anderes angegeben ist, wurde für die Versuche Kiefernsplintholz verwendet, das ungefähr 3 ... 5 Jahre gelagert, gleichmäßig gewachsen (Frühholz: Spätholz ungefähr wie 1 : 1), harzarm, astfrei und nicht verblaut war. Um einen Einfluß der Stammzonen zu vermeiden, dienten für eine Versuchsreihe nur Holzklötzchen, die im Stamm senkrecht übereinander gelegen hatten. Die Größe der Versuchsklötzchen betrug (im Anschluß an andere Versuche des Institutes, insbesondere die Verwendung des Holzes zur Pilzschutz- und Hausbockbekämpfungsmittelprüfung) meist $1{,}5 \times 2{,}5 \times 5{,}0$ (Stammrichtung) cm, bei älteren Larven mehr. Ganz große Larven wurden auch in einem Gemisch aus Holz und Mulm in

größeren Glasgefäßen gehalten. Die kleineren Klötzchen waren besonders auch beim Arbeiten mit holzzerstörenden Pilzen von Vorteil, da sie sich in Kolleschalen einbauen ließen und an ihnen im Institut eingehende Beobachtungen und Zahlenwerte aus den Untersuchungen mit diesen Pilzen vorlagen.

Weitere erwähnenswerte Einzelheiten über die Versuchsdurchführung werden an späterer Stelle bei der Besprechung der Versuche selbst kurz mitgeteilt werden.

II. Die Larve und ihre Lebensweise

Die aus dem Ei schlüpfenden Mulmbockkäferlarven (Abb. 1) sind 4 ... 5 mm lang und wiegen — vgl. Teil 1 dieser Arbeit — je nach Größe des Muttertieres und des Eies, in geringerem Maße beeinflußt durch die Klimabedingungen während der Eientwicklung, 1,4 ... 2,6 mg. Gelegentlich sind einzelne Larven auch kleiner als 1,4 mg. Die Farbe der Larven ist hellgelblich. Bereits durch diese Gelbfärbung unterscheiden sie sich deutlich von gleichgroßen Larven des Hausbockkäfers (*Hylotrupes bajulus* L.) oder des Rothalsbockkäfers (*Leptura rubra* L.), die weißlich gefärbt sind, während beispielsweise die Larven des Halsgrubenbockes (*Criocephalus rusticus* L.), und des Waldbockes (*Spondylis buprestoides* L.) ebenfalls eine gelbliche Farbe besitzen. Die Körpergestalt der Mulmbockeilarven ist dadurch gut gekennzeichnet, daß die einzelnen Segmente annähernd gleich dick sind und der Körper sich nach hinten allmählich verjüngt, während bei den Larven des Hausbockkäfers er ungefähr in der Mitte am dünnsten und das Körperende deutlich verdickt ist (vgl. Abb. 1).

Die im Schrifttum hinreichend beschriebenen Larven können bis über 8 cm lang und 11 g schwer, also entsprechend den Imagines erstaunlich groß werden (Abb. 2). An dem auch im ausgewachsenen Zustand nach hinten zu gleichmäßig verjüngten Larvenkörper sind die, vor allem in der Mitte, außerordentlich tiefen Segmenteinschnitte besonders auffallend (vgl. Abb. 2). Sie entstehen durch eine sehr starke Ausbildung der dorsalen und ventralen schwellbaren Warzen mit kräftiger Durchblutung, die es den Tieren ermöglichen, in ihren Gängen auffallend rasch, viel schneller als es die meisten anderen Cerambycidenlarven können, vorwärts und rückwärts zu kriechen. Bei Ausstülpung der Kriechwarzen ist der Körper in der Mitte höher als breit. Die Beine sind ganz kurz, klein und stummelförmig und an der Bewegung nicht beteiligt; die stark ausgeprägten

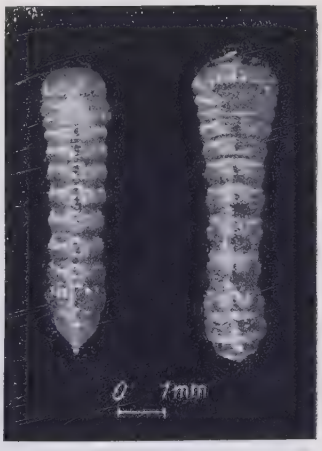


Abb. 1. Eilarve des Mulmbockkäfers (links) und gleichgroße (ältere) Larve des Hausbockkäfers.
Aufn.: Staatl. Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem (G. Becker)

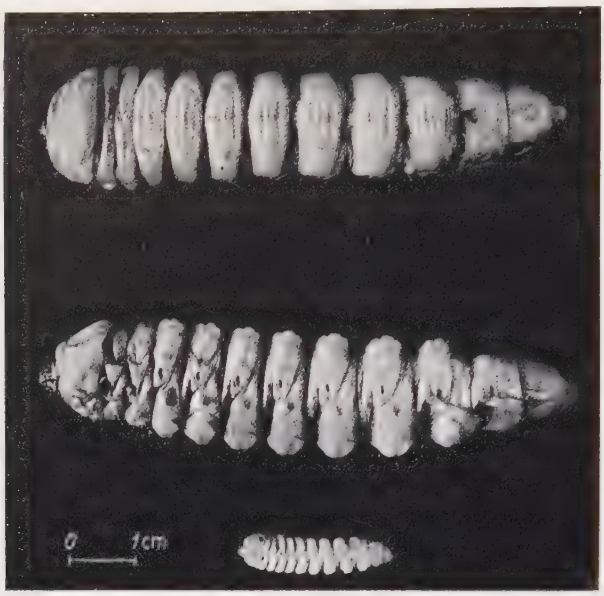


Abb. 2. Ausgewachsene Larven des Mulmbockkäfers (von oben und von der Seite). Als Größenvergleich darunter eine ausgewachsene Hausbocklarve. Natürliche Größe.
Aufn. (Abb. 1 und 2): Staatl. Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem. Fachbereich Werkstoff-Biologie (G. Becker)

Seitenwülste sind auf die drei letzten Segmente beschränkt. Die Stigmen, besonders die des zweiten Thorakalsegmentes, sind sehr deutlich (Abb. 2) sichtbar.

Wie bereits im 1. Teil der Arbeit gesagt, sind die Larven auf Nadelholz beschränkt, Angaben über Laubholzbefall werden für unzutreffend gehalten[1]). Stubben auf Lichtungen und an Waldrändern, Strom- und Telegraphenmasten, Zaun- und Wäschepfähle sind die hauptsächlichsten Befallsstellen durch den Mulmbockkäfer. Bei Kiefernholz wird nur das Splintholz gefressen, das Kernholz zumeist gemieden. Die Rinde bleibt unversehrt, während andere Cerambycidenlarven vorwiegend in ihr und in der Bastschicht fressen; vielmehr beschränkt sich der Befall auf den eigentlichen Splintholzteil. (Fraßbilder sind im 1. Teil der Arbeit wiedergegeben.)

Die Larven fressen im Holz unregelmäßig verlaufende Gänge, die mit Kot und abgerissenen größeren Holzspänen mehr oder weniger fest gefüllt werden (Abb. 3). Die langen Holzspäne und -fasern, die für den Mulmbockfraß, aber auch für das Zerstörungsbild von *Criocephalus* und anderen Bockkäfern als recht kennzeichnend angegeben werden können,

[1]) In Calwers Käferbuch von C. Schaufuss (1916, S. 825) fand ich inzwischen noch ebenfalls eine Angabe, daß ***Ergates*** auch in Weiden und Pappeln lebe. Das dürfte allerdings ebensowenig sicher beobachtet sein wie die an gleicher Stelle angegebene Flugzeit des Käfers von 12...3 Uhr mittags!

sind weitgehend durch den Feuchtigkeitsgrad des Holzes bedingt, bei dem der Fraß vor sich geht, und nicht eine reine Eigentümlichkeit des Tieres. Denn auch die Hausbockkäferlarve, die für gewöhnlich nur bei der Herstellung der Puppenwiege und des Ganges von dieser zum Flugloch Späne abreißt, während sonst neben dem Kot feines Nagsel beobachtet wird, zeigt solchen „Spänchenfraß“ wie die Mulmbockkäferlarve, wenn sie in hinreichend feuchtem Holz lebt.

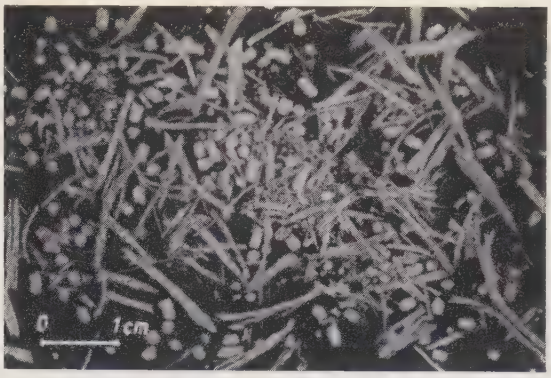


Abb. 3. Inhalt des Bohrganges einer größeren Mulmbocklarve. (Natürliche Größe.) Aufn.: Vierjahresplaninstitut für Werkstoffforschung (G. Becker)

Ein äußerer Holzmantel von etwa 5 ... 15 mm Dicke bleibt vom Larvenfraß meist verschont, so daß wie bei anderen holzzerstörenden Insekten erst die Fluglöcher der Käfer äußerlich den Larvenfraß anzeigen.

Der Kot (Abb. 4) hat die Farbe des gefressenen Holzes und ist unregelmäßig zylindrisch, meist mit Einkerbungen auf der Mantelfläche versehen und hat eine konvexe und eine konkave Seitenfläche. Bei großen Larven ist sein Anteil an dem gesamten, in großer Menge erzeugten Mulm sehr gering. Bei jüngeren Tieren ist das Verhältnis ein anderes, und der Zerstörungsgrad des Holzes ist bei ihnen im Verhältnis zur Gewichtszunahme recht gering. Die Fraßgänge junger Larven sind beim Mulmbock, im Gegensatz zu denen junger Hausbocklarven, sehr kurz.

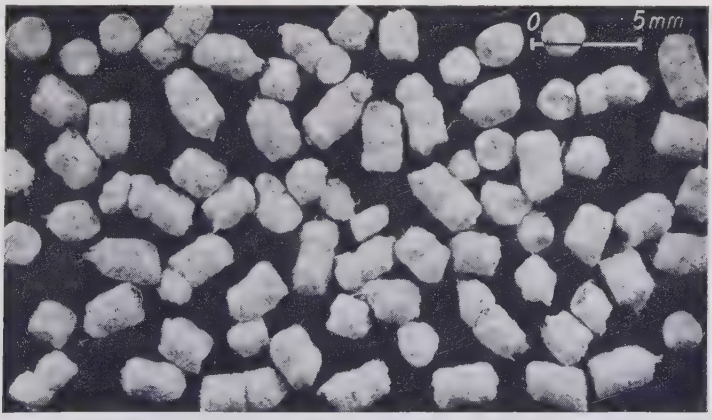


Abb. 4. Kotwalzen einer erwachsenen Mulmbocklarve. Aufn.: Vierjahresplaninstitut für Werkstofforschung (G. Becker)

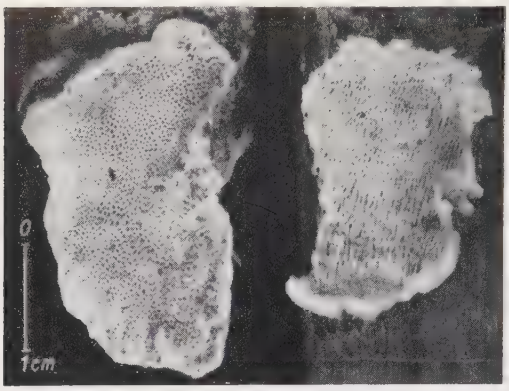


Abb. 5. Fruchtkörper von *Poria spec.* aus dem Innern einer Puppenwiege von *Ergates faber* L. Aufn.: Vierjahresplaninstitut für Werkstofforschung (G. Becker)

Genaue Zahlen über den Zerstörungsgrad des Holzes durch Larven bestimmter Größe, die erzeugte Kotmenge im Verhältnis zur Gewichtszunahme usw. konnten aus den eingangs genannten Gründen leider nicht ermittelt werden. Wichtig für den durch die Mulmbocklarven angerichteten Schaden an verbautem Holz ist jedenfalls, daß sie von etwa der Größe erwachsener Hausbocklarven an wesentlich mehr zerstören, als sie fressen. Der Verrottungsvorgang toten Holzes wird durch sie also außerordentlich beschleunigt.

Die von *Ergates* befallenen Hölzer sind im allgemeinen gleichzeitig von holzzerstörenden Pilzen besiedelt, die ebenfalls einen wesentlichen Anteil an der Vermorschung des Holzes haben. An den Stubben der Lichtungen zwischen Luckenwalde und Jüterbog wurden auf Grund von Fruchtkörpern *Paxillus acheruntius* und *Poria spec.* festgestellt. (Für die Bestimmung sei Herrn Prof. Dr. Ulbrich, Botanisches Museum Berlin-Dahlem, auch an dieser Stelle gedankt.) Die *Poria*-Art pflegte wenige Tage, nachdem die Käfer die Puppenwiegen verlassen hatten, an deren Wänden auszusprossen und sie mit eigenartigen, stachligen Fruchtkörpern zu überziehen (Abb. 5). Daneben dürfte eine Reihe anderer Pilzarten vorkommen.

Die Entwicklungsdauer des Mulmbockkäfers beträgt mehrere Jahre. Im Herbst ziehen sich die Larven in die unterirdischen Teile der Hölzer, z. B. in das Wurzelholz der Stubben, das auch während des Sommers gefressen wird, zurück. Anfang Oktober wurden an den genannten Fundorten keine *Ergates*- oder *Chalcophora*-Larven mehr (dagegen noch *Spondylis*-Larven) in den oberirdischen Holzteilen beobachtet. Nach den im Freien untersuchten Verhältnissen dauert die Larvenentwicklung für gewöhnlich 4 ... 5 Jahre, seltener nur 3 oder in einzelnen Fällen 6 Jahre und noch länger. Herstellung und Anlage der Puppenwiege durch die Larve ist im ersten Teil der Veröffentlichung beschrieben worden.

III. Der Einfluß klimatischer Faktoren auf die Larvenentwicklung

1. Temperatur

Die Versuche zur Bestimmung des Temperatureinflusses auf die Larvenentwicklung konnten nur mit zwei Feuchtigkeitsstufen durchgeführt werden, nämlich bei 90 ... 93 % und 96 ... 98 % rel. Luftfeuchtigkeit, d. h.,

wie später gezeigt werden wird, nahe der unteren Grenze der Lebensmöglichkeit für die Tiere. Da jedoch die Einstellung höherer Holzfeuchtigkeiten in Nähe des Entwicklungsoptimums sehr schwierig und außerdem ungenau ist, mußte aus den eingangs genannten Gründen auf die Prüfung des Temperatureinflusses bei günstigerer Nahrungsfeuchtigkeit verzichtet werden. Über die wirklichen Temperaturgrenzen einer Entwicklungsmöglichkeit kann also nichts Genaues ausgesagt werden, doch dürfte der Verlauf der Temperaturabhängigkeitskurven auch auf andere Feuchtigkeitsverhältnisse entsprechend zu übertragen und nur die Grenze der Entwicklungsmöglichkeit jeweils eine andere sein.

Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt und in Abb. 6 graphisch ausgewertet. Am raschesten geht die Larvenentwicklung bei ungefähr 30 ... 31° vor sich. Die Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit im Bereich von 24° bis etwa 32° sind nicht sonderlich groß, der günstige Bereich erscheint also recht weit. Die untere Entwicklungsgrenze dürfte der ähnlich lebender Cerambyciden z. B. *Hylotrupes*-Larven entsprechen oder etwas höher liegen, die obere liegt für die Holzfeuchtigkeit von etwa 25 % erst oberhalb von 37°. Doch ist bei 37° das Larvenwachstum nur noch mäßig, die Empfindlichkeit der Tiere gegen geringere Luftfeuchtigkeit groß. Für ältere Larven liegt die obere Grenze der Wachstumsmöglichkeit anscheinend zwischen 35 und 37°.

Die Sterblichkeit der Larven war in der ersten Versuchsreihe a (260 ... 262 Tage, 93 ... 95 % relativer Luftfeuchtigkeit) mit 40 % Sterblich-

Tabelle 1

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernsplintholz bei verschiedenen Temperaturen und 93...95% (a) bzw. 96...98% (b und c) relativer Luftfeuchtigkeit

	Temperatur	Versuchsdauer Tage	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven in mg			„Endgewicht bei 28°" — Wert = 100
				kleinstes	größtes	Durchschnitt	
a	rd. 18° ± 0,4°	260...262	8	1,8	4,1	**2,9**	24
	rd. 20° ± 0,2°	260...262	12	2,8	24,5[1])	**8,3**	68
	rd. 28° ± 0,3°	260...262	15	4,6	26,7	**12.2**	100
b	rd. 24° ± 0,3°	80...83	31	4,1	7,3	**5,7**	91
	rd. 28° ± 0,3°	80...83	21	4,8	8,1	**6,3**	100
	rd. 34° ± 0,5°	80...83	15	3,2	6,3	**5,0**	79
c	rd. 24° ± 0,3°	97...100	24	4,1	6,5	**5,4**	84
	rd. 28° ± 0,3°	97...100	31	4,8	8,1	**6,4**	100
	rd. 31° ± 0,8°	97...100	24	4,2	9,8	**6,8**	106
	rd. 37° ± 0,3°	97...100	23	1,9	5,2	**3,2**	50

[1]) Starkes Wachstum möglicherweise durch Fraß einer anderen Larve bedingt.

Tabelle 2

Einfluß wechselnder Temperatur auf das Wachstum von *Ergates*-Eilarven bei 93 ... 95 % relativer Luftfeuchtigkeit in 260 ... 262 Tagen

Temperatur Höhe	Temperatur Dauer	Abgestorbene oder nicht wiedergefundene Larven in %	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven in mg kleinstes	Endgewicht der Larven in mg größtes	Endgewicht der Larven in mg Durchschnitt	„Endgewicht bei 28° konst." Wert = 100
28°	konst.	**40**	15	4,6	26,7	**12,2**	100
20°	konst.	**50**	12	2,8	24,5[1])	**8,3**	68
28° 20°	1 Woche 1 Woche	**20**	16	3,5	7,5	**5,5**	45

[1]) Starkes Wachstum möglicherweise durch Fraß einer anderen Larve bedingt.

keit bei 28° und 50 % bei 20° recht hoch (Tabelle 2). Allerdings ist die verhältnismäßig ungünstige Feuchtigkeitsstufe bei diesem Versuch zu beachten. Auffallend aber ist die dabei viel geringere Sterblichkeit von nur 20 % bei einem regelmäßigen wöchentlichen Wechsel der Temperatur zwischen 20 und 28° (Tabelle 2), während das Durchschnittsgewicht der Larven bei dieser Wechselbedingung geringer ist als der ungünstigere Wert von beiden (20°). Bei den beiden anderen Versuchsreihen (b und c) mit 96 ... 98 % relativer Luftfeuchtigkeit, 80 ... 83 bzw. 97 ... 100 Tagen Versuchsdauer und günstigerem Holz ist die Sterblichkeit der Larven, im einzelnen nicht angegeben, in allen Fällen sehr gering.

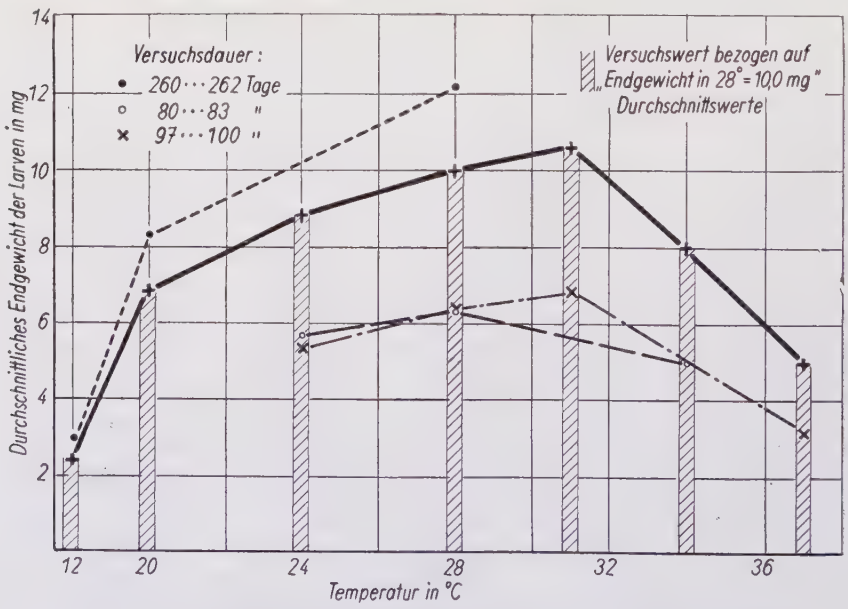


Abb. 6. Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbock-Eilarven bei verschiedener Temperatur

Das Temperaturoptimum der Mulmbockkäferlarven liegt nach den vorliegenden Ergebnissen — soweit auf Grund der beiderseits untersuchten Temperaturstufen vergleichbar — etwas höher als das von K. Schuch (1938) für die Hausbockkäferlarven bei ungefähr 28° (... 29°?) gefundene.

Die von K. Herter bestimmte Vorzugstemperatur (gemessene Bodentemperatur) beträgt 35,3° ± 0,2° für ausgewachsene und 33,2° ± 0,2° für kleinere *Ergates*-Larven, liegt also etwas niedriger als die mit 38,3° ± 0,3° ermittelte Vorzugstemperatur der *Hylotrupes*-Larven. Bei den Imagines dagegen ist die Vorzugstemperatur der *Ergates*-Männchen von 42,5° ± 0,1° und der -Weibchen von 41,4° ± 0,2° etwas höher als die der *Hylotrupes*-Käfer mit einem Wert von 40,1° ± 0,4°.

Beide Arten leben an regelmäßig stark erwärmten Biotopen: auf Dachstühlen steigt die Temperatur im Sommer bei Sonnenschein während mehrerer Stunden auf mehr als 30°, und auch in den hauptsächlich von *Ergates* besiedelten Stubben auf Lichtungen und an Waldrändern sowie in Masten und Pfählen pflegt es in den Sommermonaten am Tage außerordentlich heiß zu werden. *Ergates* insbesondere gehört nach K. Herter und den vorliegenden Untersuchungen zu den wärmeliebendsten Insekten der deutschen Fauna.

2. Feuchtigkeit

Die in der bereits geschilderten Weise durchgeführten Versuche mit verschiedener Luftfeuchtigkeit hatten die in der Tabelle 3 und der Abb. 7 zusammengestellten Ergebnisse. Danach kann der Feuchtigkeitseinfluß auf die Larvenentwicklung folgendermaßen gekennzeichnet werden: Die untere Grenze der Entwicklungsmöglichkeit liegt für Eilarven unter Verwendung von 20° und 28° konstanter Temperatur bei einer dauernden relativen Luftfeuchtigkeit von ungefähr 75 ... 80%. Unterhalb dieser Feuchtigkeitsstufe, der (bei 20°) eine Holzfeuchtigkeit von rund 14% entspricht (vgl. Abb. 8), gehen die Eilarven in längerer oder kürzerer Zeit ein. Mit steigender Luftfeuchtigkeit nimmt ihre Entwicklungsgeschwindigkeit zu. Bei gesättigter Luftfeuchtigkeit, die eine Holzfeuchtigkeit von ungefähr (27 ...) 28% (Prozent des Trockengewichtes) zur Folge hat, vermögen Eilarven, deren Anfangsgewicht im Durchschnitt etwa 2 mg beträgt, in 260 Tagen sogar bei 20° bereits ein Gewicht von 25 mg zu erreichen (Fütterung: Kiefernsplintholz). Die Sterblichkeit der Larven nimmt mit geringer werdender Luftfeuchtigkeit stark zu (Tabelle 3).

Einem kürzeren Trockenwerden der Luft (s. Tabelle 3, Wechsel zwischen 99 ... 100% relativer Luftfeuchtigkeit für 3 Wochen und 68 ... 72% für 1 Woche) widerstehen die Larven, begünstigt durch die langsame Wassergabe des Holzes, offensichtlich recht gut.

Bei den Eilarven bzw. den jüngsten Larven liegt die untere Grenze der Entwicklungsmöglichkeit hinsichtlich der Feuchtigkeit am niedrigsten.

Tabelle 3

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernsplintholz bei verschiedener Feuchtigkeit in 260 Tagen

Relative Luftfeuchtigkeit %	Temperatur	Abgestorbene oder nicht wiedergefundene Larven in %	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven in mg			„Endgewicht bei 99 und 100 %" Wert = 100
				kleinstes	größtes	Durchschnitt	
99...100	20°	52	12	5,7	18,4	**10,7**	100
93... 95	20°	50	12	2,8	24,5[1])	**8,3**	78
84... 88	20°	52	12	2,9	10,4	**5,5**	51
68... 72	20°	92	2	1,1	2,9	**2,0**	19
55... 60	20°	88	3	1,0	1,9	**1,4**	13
99...100: 3 Wochen 68... 72: 1 Woche	20°	56	11	4,0	24,5	**9,1**	85
93... 95	28°	40	15	4.6	26,7	**12,2**	—
82... 86	28°	48	12	2,8	7,2	**4,6**	—
100	18°	60	4	3,7	22,4[1])	**10.7**[2])	—
95... 98	18°	20	8	1,8	4,1	**2,9**	—

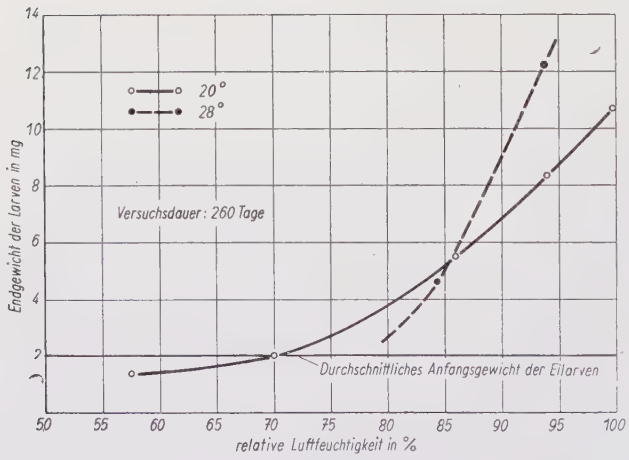


Abb. 7. Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbock-Eilarven bei verschiedener relativer Luftfeuchtigkeit

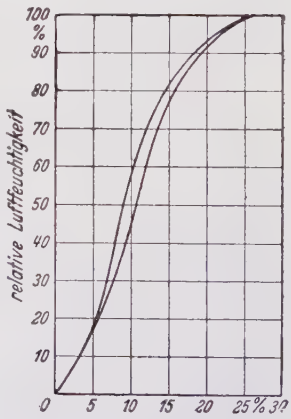


Abb. 8. Hygroskopisches Gleichgewicht von Kiefernholz bei 20°. (Nach E. MÖRATH aus F. KOLLMANN 1936)

Ältere Larven haben ein größeres Feuchtigkeitsbedürfnis (Tabelle 4, Abb. 8). Für Larven von etwa 5 ... 10 mg Gewicht, die also mittelgroßen Hausbocklarven entsprechen, liegt die Grenze ihrer Wachstumsmöglichkeit bei un-

[1]) Starkes Wachstum möglicherweise durch Fraß einer anderen Larve bedingt.
[2]) Durchschnittswert wohl infolge [1]) etwas zu hoch.

gefähr 90% relativer Luft- und ungefähr 20% Holzfeuchtigkeit. In niedrigeren Feuchtigkeitsstufen nehmen sie an Gewicht ab. Mit zunehmender Größe der Larven werden ihre Feuchtigkeitsansprüche noch höher, so daß bei ihnen eine Entwicklung erst von 25 bzw. 30% relativer Holzfeuchtigkeit, also teilweise erst in Höhe bzw. oberhalb des Fasersättigungspunktes bei etwa (27 ...) 28% möglich ist. Natürlich ist die Grenze bei einzelnen Tieren etwas verschieden.

Auch bei den daraufhin früher untersuchten Larven von *Anobium punctatum* De Geer (G. Becker 1942) sind die Ansprüche an die Nahrungs- und bzw. Luftfeuchtigkeit bei jüngeren Larven mit der raschesten Entwicklungsgeschwindigkeit geringer als bei älteren Tieren. Jedoch bedürfen die winzigen Eilarven dieser Art einer noch höheren Feuchtigkeit zum Wachstum als die älteren Larven.

Die untere Feuchtigkeitsgrenze liegt demnach bei den Mulmbockkäferlarven sehr hoch. Für die Hausbockkäferlarven (*Hylotrupes bajulus* L.) fand K. Schuch 40,5% relative Luftfeuchtigkeit als untere Grenze der Wachstumsmöglichkeit. Die Larven von *Anobium punctatum* dagegen haben nach G. Becker (1942) höhere Feuchtigkeitsansprüche: für jüngere Larven liegt die Grenze bei rund 50 ... 55%, für ältere bei rund 55 ... 60%, für Eilarven bei rund 60 ... 65% relativer Luftfeuchtigkeit. *Ergates faber* L., dessen Larven, wie bereits im 1. Teil der Arbeit betont, nur an regelmäßig durchfeuchtetem Holz schädlich werden, hat also das größte Feuchtigkeitsbedürfnis unter den drei bisher untersuchten, einheimischen Holzschädlingen des verarbeiteten Werkstoffes. (Vgl. auch G. Becker, Z. f. angew. Entomol. 30, Heft 1, 1943.) Den Verhältnissen bei *Hylotrupes* und *Ergates* etwa vergleichbar ist das verschiedene Feuchtigkeitsbedürfnis der in Indien untersuchten Cerambyciden *Stromatium barbatum* Newman und *Hoplocerambyx spinicornis* Fabric. (C. Beeson und B. Bhatia 1938).

Die Prüfung von Holzfeuchtigkeiten oberhalb des Fasersättigungspunktes genau durchzuführen, ist sehr schwierig. Es wurden Klötzchen nebeneinander, durch Glasscheiben getrennt, in verschlossenen Glasschalen aufbewahrt, deren Boden und Deckel mit angefeuchtetem Filtrierpapier ausgelegt waren. Durch regelmäßige Wägung von Kontrollklötzchen gleicher Beschaffenheit ohne Tiere wurde die Holzfeuchtigkeit bestimmt und eingestellt. Am Schluß der Versuche wurde außerdem die Holzfeuchtigkeit in den Versuchsklötzchen durch Trocknung und Wägung ermittelt. Sehr genau zu arbeiten, ist auf diese Weise nicht möglich. Die angegebenen Durchschnittswerte (Tabelle 4) gelten also nur angenähert, Abweichungen der Feuchtigkeit in einzelnen Klötzchen um $\pm$ 10% sind ohne weiteres möglich. Auch die Kurven in Abb. 8 gelten daher nur angenähert. Immerhin zeigt die Übereinstimmung der Ergebnisse von 3 Versuchsreihen, daß die erhaltenen Werte einen guten Anhalt bieten. Mit Fehlern von 5 ... 10% Holzfeuchtigkeit ist immerhin zu rechnen.

Die nur an etwas größeren (aber noch sehr jungen) Larven durchgeführten Versuche mit Holzfeuchtigkeiten oberhalb des Fasersättigungs-

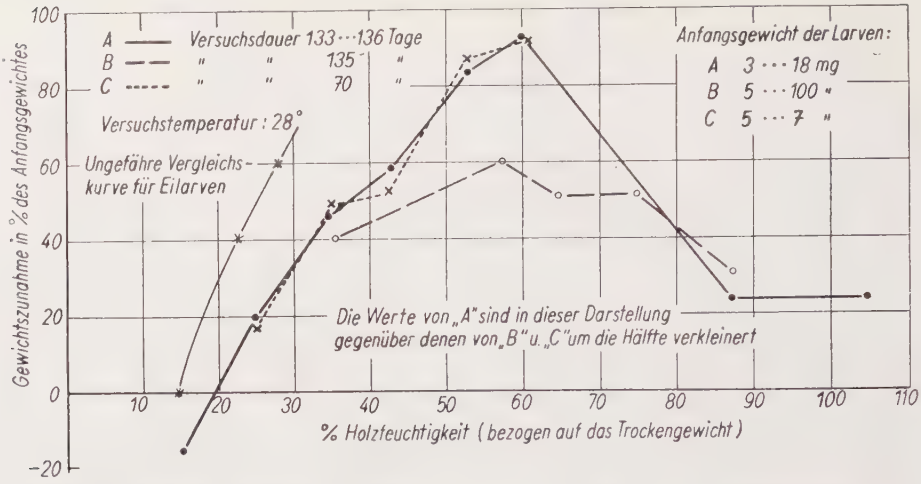


Abb. 9. Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbocklarven bei verschieden hohen Holzfeuchtigkeitsstufen

Tabelle 4

Gewichtsveränderung jüngerer *Ergates*-Larven in Kiefernsplintholz mit verschiedenem, höherem Feuchtigkeitsgehalt

Durchschnittlicher Wassergehalt des Holzes %	Versuchsdauer Tage	Anfangsgewicht der Larven mg	Zahl der Versuchstiere bei Vesuchs- Anfang	Ende	Gewichtszunahme der Larven in % des Anfangsgewichtes kleinste	größte	durchschnittliche
14... 16 (15)	133...136	4,7... 18,4	6	5	60,0	8,5	**30,8**
24 .. 26 (25)	133...136	3,8... 15,2	5	4	15,8	74,1	**39,6**
33... 35 (34)	133...136	2,8... 20,3	6	6	34,2	127,3	**92,0**
42... 44 (43)	133...136	4,2... 12,8	7	5	91,3	159,4	**116,5**
52... 54 (53)	133...136	3,1... 12,8	6	5	69,5	238,0	**166,1**
55... 65 (60)	133...136	4,4... 13,5	7	3	86,4	255,3	**185,2**
82... 94 (87)	133...136	3,2... 14,9	8	3	14,8	31,6	**24,1**
98...109 (104)	133...136	4,6... 15,3	8	4	5,8	49,1	**24,6**
34... 38	135	5.0... 49,9	8	6	20,6	57,9	**40,6**
50... 65	135	5,5... 84,3	8	7	26,2	147,9	**60.6**
50 .. 68	135	6,8... 91,3	9	6	24,7	88,9	**50,2**
70... 80	135	5,6...100,2	9	5	24,1	113,1	**51,9**
80 .. 95	135	5,1... 47,7	8	4	13,6	41,2	**31,2**
24... 26 (25)	70	5,6... 6,2	6	6	4,8	44,9	**16,9**
34... 35 (35)	70	4,8... 6,4	5	5	21,4	75,0	**49,2**
42... 44 (43)	70	4,8... 6,4	6	5	32,8	76,8	**52,6**
52... 53 (53)	70	4,8... 6,4	6	5	37,5	196,1	**87,8**
56... 64 (61)	70	4,8... 6,6	6	6	13,2	297,3	**92,1**

punktes ergaben ein mit zunehmender Feuchtigkeit beschleunigtes Larvenwachstum, das seinen Höhepunkt zwischen 50 und 70 %, etwa bei 60 % Holzfeuchtigkeit hatte. In diesem Feuchtigkeitsbereich war die Gewichts-

zunahme der Tiere außerordentlich gegenüber der in den anderen Stufen erhöht. Bei noch höheren Feuchtigkeitswerten nahm die Wachstumsgeschwindigkeit wiederum ab, doch können die Larven selbst bei einer wochenlangen Feuchtigkeit von rund 105%, also in ausgesprochen nassem Holz noch ohne weiteres wachsen. Allerdings nahm vom günstigsten Wert der Feuchtigkeit an die Sterblichkeit der Larven mit wachsender Holzfeuchtigkeit zu.

Nicht nur die untere Feuchtigkeitsgrenze, sondern auch das Feuchtigkeitsoptimum liegt also bei den Mulmbockkäferlarven sehr hoch. Nur regelmäßig sehr feuchtes Holz bietet somit für sie wirklich gute Entwicklungsmöglichkeiten. Daher pflegt ihr Vorkommen auf die Erdluftzone von Masten und Pfählen, auf Stubben und drgl. beschränkt zu sein, in lufttrockenem Holz aber sterben sie nach entsprechender Zeit ab. Die im 1. Teil der Arbeit beschriebenen Fälle einer Fachwerkzerstörung, bei denen das Vorhandensein hinreichender Feuchtigkeit nachgewiesen werden konnte, zeigen aber, daß in besonderen Fällen Werkholz auch außerhalb des Erdbereiches gefährdet sein kann. Die Erkenntnis jedoch, daß *Ergates* nur bei Vorhandensein einer bestimmten, verhältnismäßig hohen Feuchtigkeit zu leben vermag, ist für die praktische Beurteilung seiner Schädlichkeit sehr wichtig.

Im Zusammenhang mit Fragen des Feuchtigkeitseinflusses wurde die Entwicklungsmöglichkeit der Larven in saftfrischem Kiefernsplintholz geprüft. Das Holz wurde, feucht gelagert, einen Monat nach der Fällung mit Larven von 5 ... 10 mg Anfangsgewicht versehen und in einem abgeschlossenen Glasgefäß bei gesättigter Luftfeuchtigkeit und 28° aufbewahrt Von 9 Larven wurden 6 lebend wiedergefunden. Sie hatten nach 67 Tagen um durchschnittlich 58% ihres Anfangsgewichtes zugenommen. Die Entwicklung von *Ergates* in frischgefällten Stämmen erscheint also ohne weiteres möglich, und es bedarf offenbar nicht einer vorhergehenden Alterung des Holzes.

3. Verhalten verschieden großer Larven

Bei *Hylotrupes bajulus* L. und *Anobium punctatum* De Geer konnte Verf. feststellen, daß die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven in einem gewissen, je nach den Umweltbedingungen etwas verschiedenen jugendlichen Alter am größten ist. In diesem Entwicklungsstadium sind zugleich die Grenzen von Temperatur und Feuchtigkeit, die noch eine Entwicklung zulassen, am weitesten.

Auch bei den *Ergates*-Larven ist die Entwicklungsgeschwindigkeit der jüngeren größer als die der älteren Tiere. Zu genauen zahlen- oder kurvenmäßigen Angaben reichen die Versuche jedoch nicht aus. In Übereinstimmung mit den obengenannten Ergebnissen an *Anobium punctatum* liegt auch bei *Ergates* für jüngere Larven die obere Temperaturgrenze höher und vor allem die untere Feuchtigkeitsgrenze niedriger als bei älteren Tieren.

Leider reichen die Versuche und Beobachtungen nicht aus, um den Einfluß der Feuchtigkeit auf sehr große Larven über 4 ... 5 g Gewicht sicher zu beurteilen. Sie bedürfen jedoch zu einem regelmäßigen Wachstum zumindest der Fasersättigung des Holzes. Im übrigen wuchsen Tiere von etwa 3 g Gewicht an nur langsam und unregelmäßig bei Verfütterung gesunden Kiefernsplintholzes. Anscheinend sind sie — was jedoch nicht genau geprüft werden konnte — von einem vorhergehenden Pilzbefall des Holzes stärker abhängig als jüngere Tiere (vgl. unten). Larven von 1 ... 3 g Gewicht wuchsen bei 30, 45 und 60% Holzfeuchtigkeit in Kiefernsplintholz ohne Pilzbefall noch gut und regelmäßig.

Vor der Verpuppung hören die Larven 6 ... 8 Wochen bei 28° bzw. 8 ... 10 Wochen bei 20° vor Beginn des Vorpuppenstadiums mit dem Fressen mehr oder weniger auf und nehmen von da an bis zur Verpuppung langsam an Gewicht ab.

IV. Untersuchungen über die Larvenernährung

1. Der Nahrungswert verschiedener Stammzonen und die Verwertbarkeit der Zellulose

Das Holz ist nicht nur ein anatomisch sehr ungleichmäßiger Körper, sondern auch chemisch in seinen einzelnen Teilen recht verschieden zusammengesetzt. Dies gilt insbesondere für die Richtung vom Stamminnern zur Rinde hin. Auch die tierischen Schädlinge verhalten sich den einzelnen Stammzonen gegenüber verschieden. Das Kernholz der Koniferen wird von den meisten Holzschädlingen gemieden, die Außenbereiche werden bevorzugt oder von gewissen Arten ausschließlich gefressen. Manche Tiere ernähren sich wiederum nur von der Rinden- und Bastschicht. Für die Hausbockkäferlarven konnte K. Schuch ein sehr deutlich ausgeprägtes Nahrungsgefälle von der Rinde zum Kern hin nachweisen und für die Larven von *Anobium punctatum* De Geer liegen nach eigenen Untersuchungen (G. Becker 1942) entsprechende Verhältnisse vor.

Die Ergebnisse der mit Mulmbockkäfer-Eilarven und etwas größeren *Ergates*-Larven angestellten Versuche über den Nahrungswert verschiedener Kiefernholzzonen sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Auch für diese Larven haben demnach die einzelnen Stammzonen einen unterschiedlichen, von der Rinde zum Kern hin abnehmenden Nahrungswert. Im allgemeinen ist die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven in den inneren Splintholzbereichen nur halb so groß wie in den äußeren, im Kernholz betrug sie nur ein Drittel. Bemerkenswert ist, daß nur bei einem Teil der Versuchsreihen das Larvenwachstum im äußersten baumkantigen Holz am raschesten war, bei dem anderen dagegen in einer etwas weiter zum Stamminnern hin gelegenen Zone. Unterschiede in der Beschaffenheit der einzelnen Holzproben können der Grund für diese Erscheinung sein.

Die festgestellten Unterschiede in der Wachstumsgeschwindigkeit sind — wenigstens bei den vorliegenden Holzproben — geringer als im Falle

Tabelle 5

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernholz aus verschiedenen Stammbereichen einzelner Bäume

Holzzone	Temperatur °	Relative Luftfeuchtigkeit %	Versuchsdauer Tage	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven in mg			Endgewicht in äußerster Zone = 100
					kleinstes	größtes	Durchschnitt	
Äußerster Splint mit „Baumkante“	20	93...95	279...282	2	24,5[1])	31,2[1])	**27,9**[2])	100
Äußerer Splint .	20	93...95	279...282	9	2,9	21,9	**12,3**	44
Innerer Splint. .	20	93...95	279...282	4	5,3	18,7	**11,2**	40
Kernholz . . .	20	93...95	279...282	4	4,2	17,2	**9,1**	33
Äußerster Splint mit „Baumkante“	20	93...95	260...262	6	4,4	15,3	**8,2**	100
Äußerer Splint .	20	93...95	260...262	3	4,4	4,9	**4,7**	57
Innerer Splint . .	20	93...95	260...262	5	3,7	6,0	**4,5**	55
Äußerster Splint mit „Baumkante“	28	93...95	260...262	14	3,7	26,7	**9,6**	100
Äußerer Splint .	28	93...95	260...262	10	4,4	22,5	**12,9**	134
Innerer Splint . .	28	93...95	260...262	6	3,8	14,7	**6,6**	69
Äußerster Splint mit „Baumkante“	20	93...95	279...281	10	4,7	18,2	**9,7**	100
Äußerer Splint .	20	93...95	279...281	10	5,6	24,5[1])	**10,1**	104
Innerer Splint . .	20	93...95	279...281	5	1,5	18,4	**6,2**	64
Äußerster Splint mit „Baumkante“	20	87...90	279...281	5	4,3	7,4	**6,3**	100
Äußerer Splint .	20	87...90	279...281	4	2,9	10,4	**5,9**	94
Innerer Splint . .	20	87...90	279...281	3	3,2	4,2	**3,7**	59

der Hausbockkäferlarven. Die Larven werden jedoch, wie man aus den Ergebnissen schließen kann, ebenfalls, wenn auch weniger als die *Hylotrupes*-Larven, von unterschiedlich im Holz verteilten Stoffen beeinflußt.

Die Zellulose des Holzes abzubauen, sind auch die *Ergates*-Larven in der Lage. Wie die *Hylotrupes*-Larven (E. Schlottke und G. Becker 1942), (vgl. auch E. Parkin 1940), besitzen sie nach noch unveröffentlichten Untersuchungen von E. Schlottke Zellulase und Lichenase. Über die Bedeutung der übrigen Nahrungsbestandteile sollen die folgenden Untersuchungen etwas aussagen. Daß sie nicht unbedingt notwendig für eine Entwicklung — zumindest für gewisse Zeit — sind, zeigte ein Versuch mit einem hochgradig gereinigten Zellstoff von nur 0,2% Ligningehalt. In diesem von sonstigen Bestandteilen des Holzes praktisch freien Stoff, der zu festen Pappen geformt worden war, vermochten *Ergates*-Eilarven bei 20° und 93...95% relativer Luftfeuchtigkeit (also ungünstigen

[1]) Wahrscheinlich Fraß anderer Tiere.

[2]) Die meisten Tiere tot.

Bedingungen) in 294 Tagen bis zu 9 mg (im Durchschnitt auf 7 mg) heranzuwachsen. Die *Ergates*-Larven sind also auffallenderweise — übrigens ebenso wie die Larven von *Leptura rubra* L. — imstande, wenigstens zeitweilig ihren Nahrungsbedarf allein aus der Zellulose zu decken, während die *Hylotrupes*-Larven auch in etwas größerem Zustand bei einer solchen Nahrung verhungern.

2. Versuche mit Holzextraktionen und Zusätzen zum Holz

Bei Durchführung dieser Versuche wurde mit sehr gleichmäßig ausgewählten, in Stammrichtung aufeinanderfolgenden Holzklötzchen und unter Verwendung von Unterdruck (bei wäßrigen Lösungen 20 Min. bei

Tabelle 6

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernsplintholz mit verschiedener Behandlung bei 93...95% relativer Luftfeuchtigkeit (und 28° bzw. 20°)

Art der Holzbehandlung	Temperatur °	Versuchsdauer Tage	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven: kleinstes mg	größtes mg	Durchschnitt mg	Durchschnitt Kontrolle = 100	
Kontrolle	28	80	7	5,3	15,2	**8,2**	100 [3])	(**100**)
Erhitzung auf 105° (3 Stunden)	28	80	7	6,6	10,8	**8,5**	104	(**92**)
Kochung mit aqua dest.	28	80	7	4,2	10,0	**6,6**	80	(**76**)
Alkohol-Extraktion	28	80	8	5.4	13,0	**8,1**	99	(**79**)
Aceton-Extraktion	28	80	5	5,7	18,6 [1])	**12,3**	150	(**114**)
Äther-Extraktion	28	80	8	4,7	12,0	**8,2**	100	(**94**)
Chloroform-Extraktion	28	80	5	5,9	18,4 [1])	**10,7**	131	(**100**)
Benzol-Extraktion	28	80	8	5,8	8,2	**6,7**	82	(**99**)
Kontrolle	20	280...282	10	3,6	19,3	**9,0**	100	
Erhitzung auf 105° (3 Stunden)	20	280...282	7	3,7	14,4	**7,2**	80	
Dämpfung	20	280...282	6	4,1	18,8	**7,0**	78	
Kochung mit aqua dest.	20	280...282	6	3,5	12,6	**6,4**	71	
Wässerung mit kaltem aqua dest. (30 Tage)	20	280...282	4	2,5	17,4	**7,6**	84	
Behandlung mit verdünnter Schwefelsäure	20	280...282	5 [2])	1,2	6,7	**3,6**	40	
Alkohol-Extraktion	20	280...282	7	3,2	11,2	**5,0**	56	
Aceton-Extraktion	20	280...282	4	4,1	11,4	**6,2**	69	
Äther-Extraktion	20	280...282	3 [2])	4,6	11,5	**6,9**	77	
Chloroform-Extraktion	20	280...282	7	4,1	11,2	**7,0**	78	
Benzol-Extraktion	20	280...282	3 [2])	6,9	19,6 [1])	**13,0**	144	

[1]) Wahrscheinlich Fraß anderer Tiere.
[2]) Die meisten Tiere tot.
[3]) Eingeklammerte Zahlen unter Berücksichtigung der zweiten Versuchsreihe (Mittelwert)

160 ... 110 Torr [mm Quecksilbersäule], bei organischen Lösungsmitteln 20 Min. bei 210 ... 160 Torr, wonach in beiden Fällen die Klötzchen anschließend 90 Min. lang bei normalem Luftdruck in der Lösung untergetaucht liegen blieben), gearbeitet. Es wurde dabei in Anlehnung an die ähnlich mit Hausbockkäferlarven durchgeführten Versuche vorgegangen (G. Becker 1942), deren Ergebnisse im folgenden oft zum Vergleich herangezogen werden sollen.

Die in Tabelle 6 zusammengestellten Ergebnisse, (bei denen zweckmäßigerweise vor allem die in Klammern gesetzten Mittelwerte in der letzten Spalte berücksichtigt werden), zeigen, daß Extraktion des Splintholzes mit fett- und harzlösenden Stoffen keine Veränderung der Entwicklungsgeschwindigkeit zur Folge hat (ein Mittelwert aus allen auf „Kontrolle = 100" bezogenen Werten von Aceton-, Äther-, Chloroform- und Benzolextraktion ergibt 101!). Öle und Fette dürften demnach ebenso wie für die Hausbockkäferlarven nicht lebensnotwendig sein. Andererseits aber scheinen sie nicht den hemmenden Einfluß auf die Larvenentwicklung auszuüben wie beim Hausbockkäfer, dessen Larven sich nach Fett-Harz-Extraktion schneller, nach Öl- oder Fettzusatz viel langsamer entwickeln als im unbehandelten Kontrollholz. Dabei ist wahrscheinlich die unterschiedliche Giftempfindlichkeit beider Arten (B. Schulze und G. Becker 1941) von Bedeutung. — Wie die Hausbockkäferlarven (E. Schlottke und G. Becker 1942), so besitzen auch die Mulmbockkäferlarven (nach mündlicher Mitteilung von E. Schlottke) eine sehr kräftige Lipase im Vorderdarm. Ihre Aufgabe ist nicht ohne weiteres ersichtlich.

Behandlung mit heißem oder kaltem Wasser, mit Alkohol oder Dämpfung setzten im Durchschnitt den Nahrungswert des Holzes für die Larven etwas, Behandlung mit 1 % Schwefelsäure stärker herab. In diesen Fällen wird also der Gehalt des Holzes an Stoffen verändert, die einen fördernden Einfluß auf die Larvenentwicklung besitzen. Dabei kann es sich um leichter lösliche Kohlehydrate und um Eiweißstoffe handeln.

Als Zusatz zu Kiefernsplintholz wurden die Hexosen Glukose und Galaktose und die Pentosen Xylose und Arabinose geprüft (Tabelle 7). Glukose und Arabinose ergaben eine mit steigender Konzentration erhöhte, Galaktose und Xylose eine verminderte Wachstumsgeschwindigkeit der Larven. Der Einfluß der vier Zucker auf Hausbockkäferlarven war ganz entsprechend unterschiedlich (G. Becker 1942), jedoch bewirkten bei ihnen auch die förderlichen Kohlehydrate nur in bestimmten Fällen eine Wachstumsbeschleunigung, da für diese Holzzerstörer, wie gezeigt werden konnte, die Kohlehydrate gegenüber den Eiweißstoffen im Überfluß vorhanden sind, der Bedarf an ihnen bereits durch die Zellulosewirkung gedeckt wird und ein erhöhter Kohlehydratspiegel sich ungünstig auswirkt.

Zur Prüfung des Proteineinflusses wurde „Pepton ‚Witte' pro bacteriol." und in einigen Stichproben „Diastase" angewendet, die sich gegenüber *Hylotrupes*-Larven als günstige Eiweißnahrung erwiesen hatten.

Tabelle 7

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernsplintholz innerer Lage mit und ohne Zusatz von Kohlehydraten bei 28° (bzw. 20°) und 93... 95% relativer Luftfeuchtigkeit in 133 Tagen

Zusatzstoff	%-Gehalt der Tränklösung	Stoffgehalt in % des Holzgewichtes	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven: kleinstes mg	größtes mg	Durchschnitt mg	Durchschnitt Kontrolle = 100
Kontrolle [1]	—	—	3	2,8	5,7	**4,1**	100
Glukose [1]	0,2	0,3	4	4,0	6,1	**5,1**	124
	0,5	0,6	3	5,7	6,8	**6,1**	149
Kontrolle	—	—	3	3,6	15,7	**7,8**	100
Glukose	0,2	0,2	3	4,5	13,8	**7,7**	99
	0,5	0,6	2	4,7	18,2	**11,5**	147
Kontrolle	—	—	4	5,4	16,1	**8,9**	100
Galaktose	0,2	0,2	4	6,4	7,7	**7,0**	79
	0,5	0,5	3	6,2	7,0	**6,5**	73
Kontrolle	—	—	3	6,3	15,0	**9,2**	100
Xylose	0,1	0,14	3	7,3	11,9	**10,2**	90
	0,5	0,76	3	6,8	12,2	**9,5**	93
Kontrolle	—	—	4	5,1	9,7	**6,8**	100
Arabinose	—	—	4	5,1	9,7	**6,8**	100
	0,5	0,6	3	7,0	14,7	**8,5**	125

Mit steigendem Gehalt beschleunigte Peptonzusatz die Larvenentwicklung bis zu einem Höhepunkt bei rund 2 % Zusatz (bezogen auf das Holzgewicht), wie aus Tabelle 8 und Abb. 10 ersichtlich. Diastasezusatz hatte eine nur unbedeutende Wirkung.

Tabelle 8

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernsplintholz mit und ohne Zusatz von Pepton bei 28° und 93...95% relativer Luftfeuchtigkeit in 82 Tagen

Zusatzstoff	%-Gehalt der Tränklösung	Stoffgehalt in % des Holzgewichtes	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven: kleinstes mg	größtes mg	Durchschnitt mg	Durchschnitt Kontrolle = 100
Kontrolle	—	—	16	5,1	13,2	**7,2**	100
„Pepton ‚Witte' pro bacteriol."	0,5	0,5	9	5,2	10,0	**7,9**	110
	1,0	0,9	8	7,1	11,0	**8,6**	119
	1,5	1,4	10	6,3	13,5	**9,6**	133
	2,0	1,8	10	6,9	15,3	**10,9**	151
	2,5	2,2	7	6,2	12,8	**10,9**	151
	3,0	2,7	8	6,8	11,4	**8,4**	117

[1]) Temperatur: 20°.

Um zu entscheiden, ob zum Beispiel die durch Wässerung entstandene Verschlechterung des Holzes als Larvennahrung auf einen Eiweißentzug zurückzuführen ist, wurde 4 Wochen lang gewässertem Holz etwas mehr Pepton zugesetzt, als das unveränderte Holz an Protein enthalten haben könnte. Das Versuchsergebnis (Tabelle 9, Abb. 11) zeigt, daß die Verringerung des Nahrungswertes infolge der Wässerung nur zum Teil durch den Peptonzusatz ausgeglichen wird, während ein entsprechendes Vorgehen bei Hausbockkäferlarven den Nahrungswert des behandelten Holzes über den des Vergleichsholzes hinaus zu erhöhen pflegt. Es zeigt sich also,

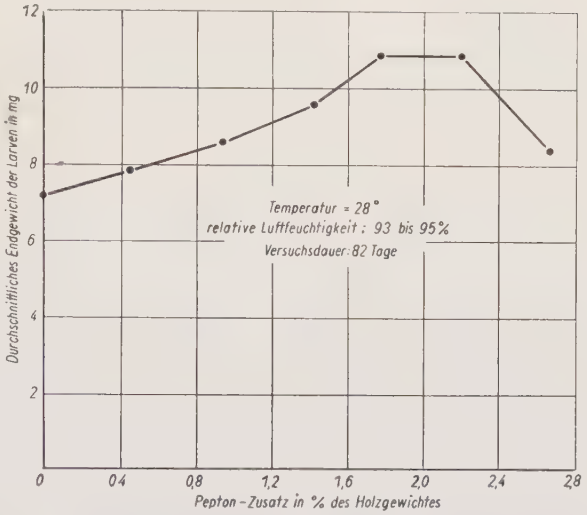


Abb. 10. Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbock-Eilarven in Kiefernsplintholz mit verschieden hohem Zusatz von „Pepton Witte pro bacteriol."

Tabelle 9

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernssplintholz mit und ohne Wässerung sowie mit und ohne Pepton-Zusatz bei 28° bzw. 24° und 93...95% relativer Luftfeuchtigkeit in 95 Tagen

Holzbehandlung	Temperatur	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven			
			kleinstes mg	größtes mg	Durchschnitt mg	Durchschnitt Kontrolle = 100
Kontrolle (unbehandelt)	28°	4	4,8	7,3	**5,9**	100
Zusatz einer 0,5prozent. Pepton-(Witte)-Lösung	28°	4	4,2	8,1	**6,7**	114
Wässerung 4 Wochen in kaltem aqua dest.	28°	3	3,4	4,2	**3,7**	63
Wässerung (desgl.) u. Zusatz einer 1prozent. Pepton-Lösung	28°	3	3,4	5,2	**4,3**	73
Kontrolle (unbehandelt)	24°	4	4,4	7,0	**5,8**	100
Zusatz einer 0,5prozent. Pepton-(Witte)-Lösung	24°	5	3,2	8,0	**6,0**	104
Wässerung 4 Wochen in kaltem aqua dest.	24°	4	3,8	4,2	**4,0**	69
Wässerung (desgl.) u. Zusatz einer 1prozent. Pepton-Lösung	24°	5	3,7	6,1	**4,9**	84

daß Verminderung und Erhöhung des Eiweißgehaltes im Holz zwar auch einen Einfluß auf das Wachstum der Mulmbockkäferlarven hat, jedoch in einem viel geringeren Maße als bei Hausbockkäferlarven, die sowohl auf

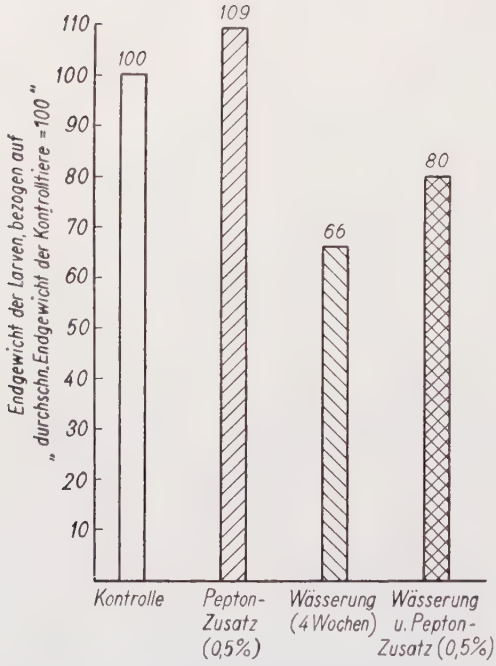


Abb. 11. Einfluß von Wässerung und Peptonzusatz bei Kiefernsplintholz auf die Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbocklarven

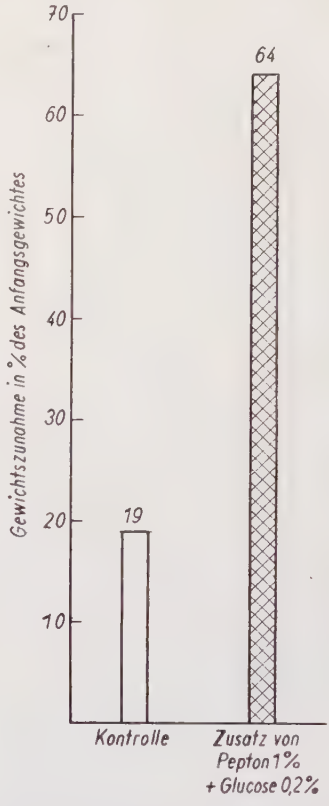


Abb. 12. Einfluß eines Zusatzes von Pepton (1 %) + Glukose (0,2 %) auf die Wachstumsgeschwindigkeit

Eiweißentzug, z. B. durch Wässerung oder Schwefelsäurebehandlung, wie auf Proteinzusatz, z. B. in Form von gewissen Aminosäuren, Pepton, Diastase u. a., bedeutend stärker reagieren.

Eine bemerkenswerte Wachstumsbeschleunigung der Larven hatte ein Zusatz von 1 % Pepton („Witte pro bacteriol.") + 0,2 % Glucose auf junge *Ergates*-Larven. In 70 Tagen nahmen bei 28° und 96 ... 98 % relativer Luftfeuchtigkeit die Kontrolltiere um durchschnittlich 19,1 %, die Larven im behandelten Holz dagegen um 64,3 % ihres Anfangsgewichtes zu (Abb. 12).

Soweit sich aus diesen begrenzten Versuchen allgemeine Schlüsse ziehen lassen, kann festgestellt werden, daß — abgesehen von der Fähigkeit der Tiere, auch in nahezu reiner Zellulose ihr Gewicht zu vergrößern — leichter lösliche Kohlehydrate zusammen mit Proteinen die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven bestimmen und das Nahrungsgefälle im

Stamm durch den verschiedenen Gehalt der einzelnen Bereiche an beiden Stoffgruppen gemeinsam bedingt sein dürfte. Die Entwicklungsbeschleunigung der Larven durch die eine oder die andere Stoffgruppe allein ist nicht sehr groß.

3. Zur Frage der Hefesymbiose

Ein Vergleich mit den Untersuchungsergebnissen an Hausbockkäferlarven hat insbesondere gezeigt, daß der die gesamte Larvenentwicklung bei *Hylotrupes* beherrschende Einfluß des Proteinanteils der Nahrung bei *Ergates* nicht vorliegt und die Ansprüche beider Käferarten an das Kohlehydrat : Eiweiß-Verhältnis in der Nahrung auffallend verschieden sind. Auch die Larven von *Leptura rubra* L. vermögen wie die *Ergates*-Larven in nahezu reinem, jedenfalls eiweißfreiem Zellstoff zu wachsen. Eine Erklärung dieser Erscheinung wurde bereits bei der Beurteilung der *Hylotrupes*-Ergebnisse (Z. vgl. Physiol. 29 [1942] S. 384) in dem Besitz von Symbionten bei *Ergates* und *Leptura*, ihrem Fehlen bei *Hylotrupes* vermutet. Ähnliche Beziehungen zwischen Symbionten und dem Eiweißbedarf der Larven wurden auch bei Anobienarten aufgezeigt (G. Becker, Z. Morph. u. Ökol. d. Tiere 1942). Nachdem inzwischen kürzlich H. Schanderl (1942) zeigen konnte, daß die Hefesymbionten von *Rhagium* in der Lage sind, den Stickstoff der Luft zu Protein zu assimilieren, hat die Annahme einer Beziehung der Symbionten zum Eiweißstoffwechsel, schon 1921 von P. Buchner ausgesprochen, von E. Heitz (1927) erwogen, aber bisher experimentell nie bewiesen und von verschiedener Seite bis vor kurzem abgelehnt, eine versuchsmäßige Unterstützung erfahren. Zu einer Erweiterung über diese beiden Gruppen von Holzschädlingen, nämlich die untersuchten Cerambyciden und Anobiiden, hinaus besteht zunächst noch keine erfahrungsmäßige Unterlage, da die Verhältnisse bei anderen Symbionten besitzenden Arten zum Teil sehr abweichend sind. Doch ist in diesem Zusammenhang auch das Ergebnis von E. Michel an *Lachnus roboris* L. bemerkenswert, das ebenfalls den Eiweißstoffwechsel der Art in Beziehung zu ihren Symbionten bringt.

Als zunächst eine Beteiligung der Symbionten der Holzfresser beim Zelluloseabbau angenommen, dann aber als offenbar nicht bestehend nachgewiesen worden war, zweifelten verschiedene Autoren überhaupt an einem Nutzen der Hefen bzw. Bakterien für ihren Wirt. Nach den Befunden von A. Koch über die Beziehung der *Sitodrepa*-Symbionten zum Vitaminstoffwechsel und den anschließenden Untersuchungen von A. Fröbrich und K. Offhaus auch an anderen, symbiontenlosen Insektenlarven hat nunmehr die Frage nach der Wechselwirkung der Entosymbiose durch den Hinweis auf die sehr wahrscheinlich gemachte Beeinflussung des Eiweißstoffwechsels gewisser holzfressender Larven eine neue Anregung erfahren.

4. Die Bedeutung holzzerstörender Pilze für die Larvenentwicklung

Wie an früherer Stelle gesagt, ist unter natürlichen Verhältnissen in den meisten Fällen ein Mulmbockkäferbefall zeitlich mit dem Auftreten holzzerstörender Pilze verknüpft, und es war daher zu untersuchen, welchen Einfluß diese Saprophyten auf die Larvenentwicklung besitzen, zumal schon von den Hausbockkäferlarven bekannt war, daß sie in pilzbefallenem Holz stärker wachsen als in unbeschädigtem (G. Becker 1938, 1942). Es wurde entweder 1. mit Holzklötzchen gearbeitet, die vorher im Kolleschalenversuch (Abb. 13) eine bestimmte Zeitlang von Reinkulturen holzzerstörender Pilze befallen, bei denen danach die Pilze durch 3stündiges Erhitzen bei 105° im Trockenschrank abgetötet worden waren und deren Gewichtsverlust feststand, oder Kiefernsplintholzklötzchen wurden 2. mitsamt den eingesetzten Larven in Kolleschalen eingebaut und dem Pilzbefall für eine gewisse Dauer ausgesetzt und danach gespalten bzw. 3. bei kürzeren Befallszeiten für den Rest der Versuchsdauer bei 94 ... 97 % relativer Luftfeuchtigkeit aufbewahrt. Auch dabei wurde der Zerstörungsgrad des Holzes durch die Pilze annähernd bestimmt. Alle Versuche mit lebendem Pilzbefall wurden bei 28° ausgeführt, die anderen teils bei 28°, teils bei 20° (vgl. Zahlentafel 10—15).

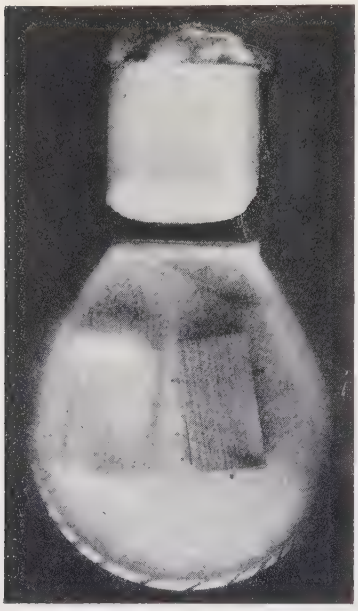


Abb. 13. Kolleschale mit Reinkultur von *Poria vaporaria* und eingebauten Holzklötzchen (Das rechte Klötzchen ist infolge Giftstoffgehaltes nicht vom Pilzmyzel überwachsen.) Aufn.: Staatl. Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem, Fachbereich Holzschutz

Als Versuchspilze wurden 3 bzw. 4 Arten verwendet, die sich nach Untersuchungen von B. Schulze (1942) durch besonders gutes Wachstum und starke Zerstörungen bei 28° auszeichnen. (An den für *Ergates* eigentümlichen Biotopen dürften ja auch vorwiegend wärmeliebende Arten gedeihen.) Es waren dies *Poria vaporaria*, *Poria contigua*, eine weniger bekannte Art mit starkem Wachstum bei höherer Temperatur, *Coniophora cerebella* und in einem Falle *Lenzites trabea*.

Jüngere *Ergates*-Larven von etwa mittlerer Hausbocklarvengröße wurden in Klötzchen gehalten, die 4, 8 und 12 Wochen lang bei 28° in der Kolleschale (Abb. 13) von *Poria vaporaria*, *P. contigua* und *Coniophora cerebella* angegriffen, danach bei 105° getrocknet und auf ihren Gewichtsverlust bestimmt waren. Als Vergleich dienten unveränderte Klötzchen gleicher Beschaffenheit bei einer für die Larven besonders günstigen Holzfeuchtigkeit von rd. 55 ... 65 %. Bei diesen Versuchen zeigte es sich (Tabelle 10, Abb. 14), daß durch den vorhergehenden Pilzbefall eine

Tabelle 10

Gewichtszuahme jüngerer *Ergates*-Larven in Kiefernsplintholz vor und nach Angriff holzzerstörender Pilze (Myzel abgetötet) bei 28° und rd. 55 ... 65 % Holzfeuchtigkeit (Versuchsdauer 70 Tage)

Art des holzzerstörenden Pilzes	Dauer des Pilzangriffes in der Kolleschale bei 28° Tage	Gewichtsabnahme des Holzes infolge Pilzangriffes in % des Anfangsgewichtes	Durchschnittl. Feuchtigkeit des Holzes in % d. Trockengewichtes	Anfangsgewicht der Larven mg	Zahl der Versuchstiere bei Versuchs- Anfang	Zahl der Versuchstiere bei Versuchs- Ende	Gewichtszunahme der Larven in % des Anfangsgewichtes kleinste	größte	durchschnittlich. Versuchswert	durchschnittlich. Kontrolle = 100
Poria vaporaria	28	2,8	54 ... 56	14,2	3	1	—	—	**81,6**	103
	56	7,1 ... 10,4	60 ... 64	5,5 ... 14,9	4	4	76,5	200,0	**118,9**	150
	84	14,6 ... 19,5	60 ... 64	8,8 ... 14,6	2	2	88,6	184,0	**136,3**	172
Poria contigua	28	3,0 ... 4,1	61 ... 65	4,2 ... 10,6	3	3	73,6	100,0	**86,4**	109
	56	9,7 ... 16,9	60 ... 65	6,5 ... 12,1	3	3	76,9	129,1	**105,1**	133
	84	18,9 ... 21,2	60 ... 65	4,5 ... 24,5	6	6	34,7	636,0	**174,2**	220
	84	23,1 ... 33,1	60 .. 66	3,8 ... 35,3	4	3	126,3	250,0	**172,3**	217
Coniophora cerebella	28	5,0 ... 5,3	60 ... 63	5,7 ... 15,8	2	2	43,6	103,5	**73,6**	93
	56	12,9 ... 15,3	61 ... 64	7,6 ... 38,2	2	2	62,6	92,1	**77,4**	98
	84	17,4 .. 22,0	62 .. 67	6,4 ... 6,6	3	2	71,6	156,3	**114,0**	144
Kontrolle	—	—	59 ... 65	7,4 ... 56,1	15	12	34,1	173,3	**9,3**	100

Wachstumsbeschleunigung der Larven stattfindet, und zwar mit der Dauer des Pilzbefalls in zunehmendem Maße. Im Falle von *P. vaporaria* und *C. cerebella* sind die Unterschiede allerdings verhältnismäßig gering und viel weniger ausgeprägt als beispielsweise bei den Larven von *Holytrupes bajulus* L. (G. Becker 1942) oder auch von *Anobium punctatum* De Geer (G. Becker, a. a. St. 1942). Die Wachstumsförderung durch *P. contigua* ist etwas größer als durch die beiden anderen Pilze. In *P. contigua*-befallenem Holz mit rd. 20 ... 25 % Gewichtsverlust wuchsen die Larven etwa doppelt so rasch wie im unveränderten Vergleichsholz. Bis zu einem gewissen Grade kann der unterschiedliche Zerstörungsgrad des Holzes als Erklärung für das Ergebnis bei den drei Arten angesehen werden.

Für die Versuche mit lebendem Pilzmyzel in den Holzklötzchen erwies es sich als günstig, daß in diesen in der Kolleschale während des Pilzangriffes nach bereits vorher in der Abteilung Werkstoffbiologie (B. Schulze und G. Theden) vorliegenden Erfahrungen eine Feuchtigkeit von durchschnittlich etwa 55 ... 65 % herrscht, die also dem für größere Larven festgestellten Holzfeuchtigkeitsoptimum weitgehend entspricht.

Die Larven wurden unmittelbar vor dem Einbau in die Kolleschalen eingesetzt. Die Einwirkung der Pilze auf sie trat also erst nach deren Eindringen in das Holz nach etwa 2wöchiger Versuchsdauer ein und wurde mit deren zunehmender Zerstörungstätigkeit im Laufe der Versuchszeit entsprechend größer. Um das weitere Wachstum der Pilze von

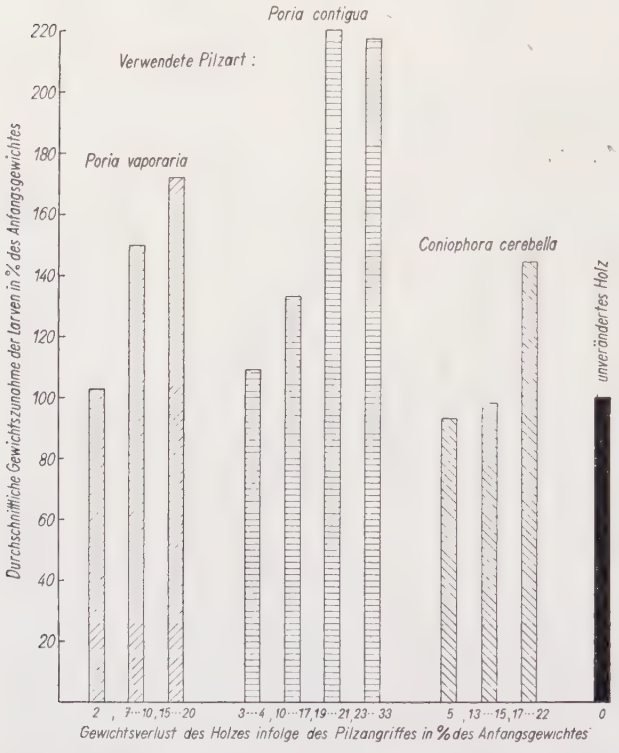


Abb. 14. Einfluß holzzerstörender Pilze nach Hitze-Abtötung des Myzels auf die Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbocklarven (bezogen auf „Durchschnittswert für unverändertes Holz bei 55 ... 65 % Holzfeuchtigkeit" = 100)

einem bestimmten Zeitpunkt an möglichst einzuschränken, ohne sie abzutöten, andererseits den Larven noch ein gewisses Wachstum zu ermöglichen, erfolgte die Lagerung der befallenen, den Kolleschalen entnommenen Klötzchen bei 94 ... 97 % relativer Luftfeuchtigkeit. (Dabei wurden bezüglich des Verhaltens der Pilze bei dieser Feuchtigkeit die von G. Theden 1941 gewonnenen Erfahrungen zugrunde gelegt.) Die Feuchtigkeit in den Klötzchen sinkt dann allmählich. Zum Vergleich wurde unbehandeltes Holz mit Larven bei 94 ... 97 % relativer Luftfeuchtigkeit und bei rd. 55 bis 65 % Holzfeuchtigkeit gehalten.

Das Ergebnis (Tabellen 11 und 12, Abb. 15) zeigt wiederum eine mit der Dauer des Aufenthaltes in der Kolleschale zunehmende Wachstumsbeschleunigung der Larven. Dabei ist natürlich zu berücksichtigen, daß die günstigste Feuchtigkeit für die Tiere nur in der Kolleschale herrscht und mit der Entnahme der Klötzchen und Aufbewahrung bei 94 ... 97 % relativer Luftfeuchtigkeit ungünstiger wird. Aus diesem Grunde sind auch die mit lebendem und totem Myzel erhaltenen Werte nur mit großen Einschränkungen und eigentlich allein im Falle des dauernden Aufenthalts der Klötzchen mit lebendem Myzel in der Kolleschale vergleichbar. Hier aber ist wiederum zu berücksichtigen, daß der Zerstörungsgrad einmal beim abgetöteten Myzel während der ganzen Versuchszeit gleich ist, andermal aber sich erst im Laufe dieser Zeit allmählich entwickelt und im Anfang noch gering ist.

Bei der Beurteilung der Versuchsergebnisse sind fernerhin die natürlichen Abweichungen des Pilzbefalls und Zerstörungsgrades, die versuchs-

Tabelle 11

Gewichtszunahme jüngerer *Ergates*-Larven in Kiefernsplintholz bei gleichzeitigem Befall durch Reinkulturen holzzerstörender Pilze bei 28° (1. und 2. Versuchsreihe)

Art des holzzerstörenden Pilzes	Versuchsdauer in der Kolleschale Tage	Versuchsdauer gesamte Tage	Anfangsgewicht der Larven in mg	Zahl der Versuchstiere bei Vesuchs- Anfang	Zahl der Versuchstiere bei Vesuchs- Endo	Gewichtszunahmeder Larven in % des Anfanggewichtes kleinste	größte	durchschnittliche Versuchswert	durchschnittliche („K = 100“ [1])
Poria vaporaria .	28	70	4,7... 6,3	4	3	39,6	52,4	**47,0**	48
	42	70	2,0... 9,8	4	4	28,6	100	**67,3**	68
Poria contigua . .	28	70	6,4... 6,7	4	4	177	253	**223**	227
	56	70	7,1... 7,3	3	3	80,8	647	**291**	296
	70	70	11,9...13,4	4	4	333	1225	**833**	846
Coniophora cerebella	28	70	5,6... 5,9	4	4	41,1	75,4	**61,7**	63
	56	70	6,7... 9,9	4	4	24,3	47,8	**37,5**	38
	70	70	10,4...15,0	4	4	48,0	259	**152**	154
Kontrolle bei 94 ... 97% rel. Luftfeuchtigkeit . .	—	70	7,3...15,2	2	2	15,8	21,1	**18,5**	19
Kontrolle bei 56 ... 64% Holzfeuchtigkeit	—	70	4,8...11,2	8	8	13,2	297,3	**98,4**	100
Poria vaporaria .	135	135	4,8...35,7	8	5	49,4	152	**104**	173
Poria contigua . .	135	135	5,0...40,3	8	4	76,7	148	**215**	357
Coniophora cerebella	135	135	4,2...42,1	8	2	148	410	**160**	266
Lenzites trabea . .	135	135	4,0...40,8	8	5	90,2	184	**182**	302
Kontrolle bei 50 ... 65% Holzfeuchtigkeit	—	135	5,5...55,1	7	6	26,2	294	**60,2**	100

mäßig bedingte Schwankung der Holzfeuchtigkeit, insbesondere bei den Kontrollklötzchen, die zwangsläufig etwas verschiedene Larvengröße und schließlich die in einigen Fällen sehr geringe Versuchstierzahl zu berücksichtigen.

Wie bei abgetötetem Myzel wird ebenfalls in den Kolleschalenversuchen, wie gesagt, bei allen Pilzen von einer bestimmten Versuchsdauer an die Wachstumsgeschwindigkeit der Larven gegenüber den bei annähernd gleicher Feuchtigkeit gehaltenen Versuchstieren in unverändertem Splintholz deutlich beschleunigt. Nach längerer Einwirkung der Pilze scheint auch für *Ergates* ebenso wie für *Hylotrupes bajulus* und *Anobium punctatum* (G. Becker 1942) eine Verschlechterung der Entwicklungsbedingungen einzutreten.

[1]) K = Kontrolle bei 56—64% bzw. 50—65% Holzfeuchtigkeit.

Tabelle 12

Gewichtszunahme (bzw. -Abnahme) jüngerer *Ergates*-Larven in Kiefernsplintholz bei gleichzeitigem Befall durch Reinkulturen holzzerstörender Pilze bei 28° (3. Versuchsreihe)

Art des holzzerstörenden Pilzes	Versuchsdauer in der Kolleschale Tage	Versuchsdauer gesamte Tage	Gewichtsabnahme des Holzes infolge Pilzangriff nach 70 Tagen in % des Anfangsgewichtes (Durchschnitt)	Anfangsgewicht der Larven mg	Zahl der Versuchstiere bei Versuchs- Anfang	Zahl der Versuchstiere bei Versuchs- Ende	Gewichtszunahme der Larven in % des Anfangsgewichtes kleinste	größte	durchschnittliche
Poria vaporaria	28	70	8,5	4,8... 57,8	8	3	—15,4	— 1,7	**— 10,0**
	56	70	13,0	5,6... 30.8	8	6	— 7,3	+ 19,7	**+ 4,6**
	70	70	15,3	6,0... 38,2	10	5	—27,4	+ 11,7	**— 3,6**
Poria contigua .	28	70	10,6	5,0... 59,5	8	7	—39,0	+101.0	**+ 28.8**
	56	70	21,9	5,6... 75,2	8	8	+11,1	+266,1	**+ 95,2**
	70	70	25,7	6,1... 39,6	10	6	+25,6	+ 82.4	**+ 56,1**
Coniophora cerebella	28	70	8,5	5,4... 61,1	8	5	—33,4	+ 42,6	**+ 1,3**
	56	70	19,5	5,6... 75.6	8	5	—39,1	+ 1,5	**— 17,4**
	70	70	23,2	6,4... 56,5	10	4	-22,4	+ 9,7	**— 4,4**
Kontrolle bei 55 bis 65 % Holzfeuchtigkeit . .	—	70	—	5,7...120.6	10	8	— 5.7	+ 22,8	**+ 7.8**
Kontrolle bei 94 bis 97 % rel. Luftfeuchtigkeit	—	70	—	5,6... 98,8	10	6	—39,4	+ 1,4	**— 15,5**

Ganz aus dem Rahmen der Ergebnisse fällt bei diesen Versuchen jedoch *Poria contigua* (Tabelle 11 und 12, Abb. 15 und 16). Während bei *Poria vaporaria* und *Coniophora cerebella* die Tiere bestenfalls etwa doppelt so schnell wuchsen wie die Vergleichstiere, trat bei *Poria contigua* eine durchschnittliche Beschleunigung bis um ungefähr das Achtfache ein. Wie sehr *P. contigua* das Larvenwachstum beeinflußt, zeigen neben den in Tabelle 11 zusammengestellten Werten auch die Versuchsergebnisse der Tabelle 12. Bei dieser Versuchsreihe wuchsen sowohl die Larven in den unbehandelten als auch in den von *P. vaporaria* und *P. cerebella* befallenen Hölzern sehr schlecht, in den von *P. contigua* angegriffenen dagegen allgemein gut. Ein anderer Zerstörungsgrad des Holzes durch *P. contigua* im Gegensatz zu den beiden übrigen Pilzen war dabei nicht entscheidend, wie ein Vergleich der betreffenden Werte zeigt. Bis zu einem gewissen Grade hängt allerdings das unterschiedliche Ergebnis bei *P. contigua* mit der Wachstumsgeschwindigkeit und dem Zerstörungsgrad infolge des Pilzbefalls bei 28° zusammen, wie neben den hier beobachteten Werten bereits die in Tabelle 13 zusammengestellten früheren Ergebnisse von B. Schulze (1942) zeigen. Allein jedoch reicht dies Verhalten der Pilze zur Erklärung der verschiedenen Wirkung auf

Tabelle 13

Gewichtsverlust von Kiefernsplintholz - Klötzchen im Kolleschalenversuch durch verschiedene holzzerstörende Pilze bei 28° in 3 Monaten (nach B. Schulze)

Art des holzzerstörenden Pilzes	Gewichtsverlust in %
Poria vaporaria	rd. 32
Poria contigua	„ 47
Coniophora cerebella	„ 40

die *Ergates*-Larven bestimmt nicht aus, und auch möglicherweise bestehende Unterschiede in der Holzfeuchtigkeit beim Wachstum der einzelnen Pilzarten vermögen nicht derartige Unterschiede hervorzurufen. Es liegt daher nahe, bevor vielleicht einmal eine andere Erklärung gegeben werden kann, eine spezifische Wirkung des lebenden *P. contigua*-Myzels auf die *Ergates*-Larven anzunehmen.

Die wachstumsbeschleunigende Wirkung der holzzerstörenden Pilze kann mechanisch durch die Minderung der Holzfestigkeit oder chemisch durch die Umsetzung gewisser Holzbestandteile oder die Vermehrung des Proteinanteils, die Bildung von Enzymen u. a. seitens der Pilze bedingt sein. Wenn nur die erstere Ursache in Frage käme, wie z. B. Campbell und Bryant (1940) auf Grund chemischer Analysen des Holzes vor und nach Pilzangriff und des Larvenkotes für *Xestobium rufo-*

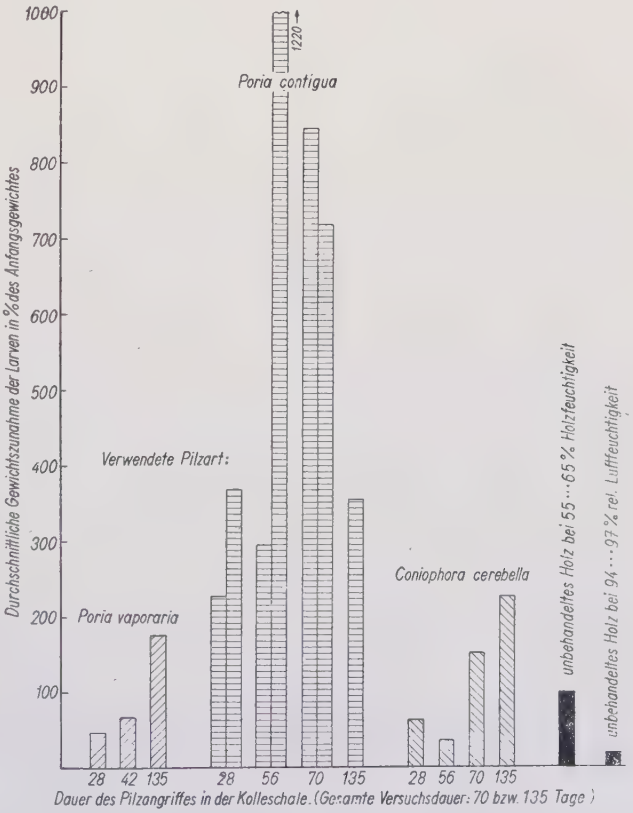


Abb. 15. Einfluß holzzerstörender Pilze bei lebendem Myzel auf die Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbocklarven (bezogen auf „Durchschnittswert für unverändertes Holz bei 55 ... 5 % Holzfeuchtigkeit" = 100)

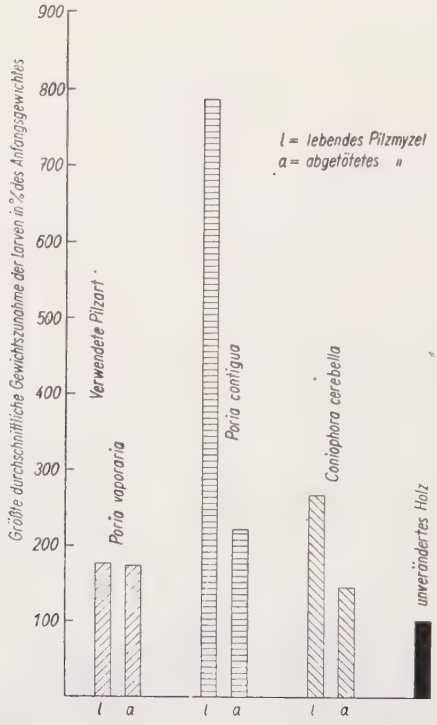


Abb. 16. Vergleich der höchsten Durchschnittswerte der Wachstumsgeschwindigkeit von Mulmbocklarven in pilzbefallenem Holz ohne und nach Abtötung des Pilzmyzels (bezogen auf „Durchschnittswert für unverändertes Holz bei 55...65 % Holzfeuchtigkeit" = 100)

villosum-Larven geschlossen haben, so dürfte es keinen wesentlichen Unterschied ausmachen, ob das Pilzmyzel noch lebt oder abgestorben ist. Ein Vergleich der Bestwerte in beiden Fällen (Abb. 16), der aus den weiter oben genannten Gründen mit Vorsicht anzustellen ist, zeigt, daß bei *P. vaporaria* und *C. cerebella* eine chemische Wirkung der Pilze auf Grund der beobachteten Wachstumsgeschwindigkeit nicht notwendig angenommen zu werden braucht. Bei *P. contigua* jedoch ist der Unterschied so groß, daß sich die Annahme einer besonderen chemisch bedingten Wirkung, die bei Erhitzung auf 105° weitgehend verloren geht, aufzuzwingen scheint. In Ermangelung weiterer versuchsmäßiger Unterlagen sollen Erklärungsmöglichkeiten nicht erörtert werden. Es wäre jedenfalls lohnend — wenn wieder einmal Zeit für derartige Fragestellungen ist —, den vorliegenden Befunden über das Verhältnis der *Ergates*-Larven zu *P. contigua* und anderen Pilzen weiter nachzugehen.

Versuche mit *Ergates*-Eilarven an *P. vaporaria*-befallenem Kiefernsplintholz nach Abtötung des Pilzmyzels (bei 105°) ergaben keinen merklichen Einfluß des Pilzbefalls bzw. des Zerstörungsgrades des Holzes auf deren Wachstumsgeschwindigkeit (Tabelle 14). Setzt man die durchschnittliche Gewichtszunahme der Larven (in Prozent des Anfangsgewichtes) bei den unbehandelten Klötzchen = 100, so ist der Durchschnittswert aller Larven in den pilzbefallenen Hölzern = 105.

Die Eilarvenversuche mit lebendem holzzerstörendem Pilz ergaben nach 2, 6 und 10 Wochen langem Befall der mit Larven versehenen Klötzchen durch *P. vaporaria* in der Kolleschale und anschließender Lagerung der lebendes Myzel enthaltenden Klötzchen bei 94 ... 97 % relativer Luftfeuchtigkeit (28°) für insgesamt 80 Tage zwar ein mit der Dauer des Pilzangriffes in der Kolleschale zunehmendes Endgewicht der Tiere (Tabelle 15), jedoch zeigt ein Vergleich mit den Kontrolltieren (wobei leider infolge eines Mißgeschicks nur ein Längenvergleich möglich ist), daß die Wachstumsbeschleunigung allein durch die jeweils insgesamt vor-

Tabelle 14

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernsplintholz vor und nach Angriff holzzerstörender Pilze bei 28° und 94...97% rel. Luftfeuchtigkeit (Versuchsdauer 260...262 Tage)

Art des holzzerstörenden Pilzes	Dauer des Pilzangriffes in der Kolleschale	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven: kleinstes mg	größtes mg	Durchschnitt mg	Durchschnitt Kontrolle = 100
Kontrolle 94...97% relativer Luftfeuchtigkeit	—	9	3,8	15,9	**8,9**	100
Poria vaporaria Pilz durch Hitze abgetötet, kein Fortschreiten des Pilzangriffes während des Tierversuches	4 Wochen	5	6,9	12,9	**10,8**	121
	6 „	10	3,6	19,7	**9,8**	110
	8 „	5	3,0	14,3	**6,6**	74
	11 „	3	5,6	13,4	**10,0**	112
	Summe aller Pilzversuche	23	3,0	19,7	**9,3**	105

Tabelle 15

Wachstum von *Ergates*-Eilarven in Kiefernsplintholz vor und nach Angriff holzzerstörender Pilze bei 28° und verschiedener Feuchtigkeit (Versuchsdauer 80 Tage)

Art des holzzerstörenden Pilzes bzw. Holzfeuchtigkeit	Dauer des Pilzangriffes in der Kolleschale	Zahl der Tiere bei Versuchsende	Endgewicht der Larven: kleinstes mg	größtes mg	Durchschnitt mg	Durchschnitt Kontrolle = 100	Durchschnittl. Länge der Larven mm
Poria vaporaria Pilz lebend, Pilzangriff während des Tierversuches	2 Wochen	13	2,0	11,8	**5,5**	97	**6,3**
	6 „	12	4,1	10,0	**7,1**	125	**7,0**
	10 „	8	5,8	17,5	**10,5**	184	**8,1**
Kontrolle ~ 25% Holzfeuchtigkeit	—	12	3,4	7,4	**5,7**	100	**6,5**
Kontrolle ~ 35% Holzfeuchtigkeit	—	18	—	—	—[1]	—	**8,6**
Kontrolle ~ 45% Holzfeuchtigkeit	—	19	—	—	—[1]	—	**8,3**

liegende Feuchtigkeit der Hölzer erklärbar erscheint. Leider war aus Mangel an Versuchstieren später eine Wiederholung mit *P. contigua* nicht mehr möglich.

Anscheinend werden also die jüngsten Mulmbocklarven in ihrem Wachstum durch holzzerstörende Pilze kaum beeinflußt, während doch

[1]) Die Larven wurden durch versehentliches Sterilisieren der Klötzchen abgetötet.

ältere Larven von deren Vorhandensein durchaus abhängig sind. Ihre wachstumsfördernde Wirkung nimmt offenbar mit dem Alter bzw. der Größe der Tiere zu. Bei großen Tieren über 1 g Körpergewicht, die in unverändertem Splintholz auch bei günstiger Holzfeuchtigkeit nur sehr langsam wachsen (vgl. oben), scheint ihr Vorhandensein neben hinreichender Feuchtigkeit des Holzes geradezu die Voraussetzung für ihre weitere Entwicklung zu sein.

Ökologisch ist ein solches Verhalten ohne weiteres verständlich. Denn die ersten Eiablagen der Mulmbockkäfer erfolgen meist schon zu einem Zeitpunkt, in dem die Stubben oder sonstigen Hölzer noch ganz oder weitgehend frei von Pilzen sind. Mit dem Heranwachsen der Larven aber nimmt auch die Pilzentwicklung, die durch die Larvengänge wahrscheinlich ihrerseits gefördert wird, ständig zu. Nähern sich die ersten Larven der Verpuppungsreife, so hat der Abbau des Holzes durch die Saprophyten im allgemeinen seinen Höhepunkt erreicht oder bereits überschritten, die Hölzer sind bis auf eine dünne Außenschicht „vermorscht".

So zeigt sich im Falle der *Ergates*-Larven eine starke Bindung nicht nur an hohe Feuchtigkeit des Holzes, sondern auch an die — ihrerseits an derartige Feuchtigkeit gebundenen — holzzerstörenden Pilze.

V. Parasiten und Feinde der Larven, Puppen und Käfer

Über Parasiten und Feinde des Mulmbockkäfers ist entsprechend der verhältnismäßig geringen Beachtung des Tieres recht wenig bekannt. K. Friederichs (1919, 1920) hat beobachtet, daß der Insektenpilz *Metarrhizium anisopliae* (Metsch.) auf St. Marguerite (Südfrankreich) häufig *Ergates*-Larven zum Absterben bringt. Insektenpilze konnten auch in den von uns untersuchten Stubben wiederholt als *Ergates*-Parasiten festgestellt werden (eine Artbestimmung erfolgte nicht), und auch im Laboratorium gingen daran Larven oder Puppen ein. Voraussetzung für die Wirksamkeit dieser Pilzfeinde scheint hohe Feuchtigkeit zu sein, wie sie im Lebensraum der *Ergates*-Larven ja nicht selten ist. Eine gleichzeitige, wenn auch sehr geringfügige Verletzung der Tiere fördert offenbar die Wirkungsmöglichkeit der Pilze.

Unter den Insekten ist bisher nur *Xylonomus filiformis* Grav. als Mulmbockparasit bekannt geworden. (Nach Kaltenbach 1874, von R. Kleine 1909 wahrscheinlich nur übernommen.) In den hauptsächlich von *Ergates faber* L., daneben von *Chalcophora Mariana* L., *Spondylis buprestoides* L., *Criocephalus rusticus* L. und Elateriden bewohnten Stubben fanden wir sehr zahlreiche Larven und Puppenhäute von Assilidenarten. Wenn auch diese Larven bisher unmittelbar nur an ausgesaugten *Chalcophora*-Larven und -Puppen gefunden wurden, so ist doch anzunehmen, daß sie auch den *Ergates*-Larven nachhstellen (von denen ebenfalls eingetrocknete Reste zu finden waren), und für ihren Massenwechsel von gewisser Bedeutung sind.

Gefährlicher als die Parasiten scheinen die übrigen Feinde der Art zu sein. Bereits J. M. Bechstein (1829) bezeichnet Spechte als „vorzügliche Feinde für die Larven". Natürlich sind diesen nur die in den oberirdischen Holzteilen befindlichen Larven und insbesondere die Puppen und jungen Käfer zugänglich.

Nach H. Haupt (1909) und den mehrjährigen eigenen Beobachtungen sind Füchse und Dachse gefährliche Feinde der Larven und insbesondere der Puppen und Käfer. Auf den mit *Ergates* besetzten Lichtungen waren fast alle stärker verrotteten Stubben stark angekratzt und zerwühlt, die Puppenwiegen freigelegt, und in dem an den Stubben abgesetzten Fuchskot wurden Chitinteile von Mulmbockkäfern in großer Menge gefunden. Die Gefährdung der Art durch die Feinde unter den Wirbeltieren ist wegen der eigenen Körpergröße der Käfer besonders stark.

Zu einer Ausmerzung der Art kann es nach unseren Beobachtungen durch ihre natürlichen Feinde kaum kommen, wenn sie auch einer Massenvermehrung sehr entgegenwirken. Wo der schöne Käfer selten wird oder verschwindet, dürfte dies fast nur an einem Mangel geeigneter Nahrungsquellen liegen.

VI. Nachtrag zum 1. Teil

(Temperaturabhängigkeit und Dauer der Puppenruhe)

Nach Abschluß des 1. Teils der Arbeit, den durch mehr Beobachtungen zu erweitern bereits längere Zeit vor Beendigung der in ihrer Durchführung oft und lange unterbrochenen Versuche für den 2. Teil keine Aussicht mehr zu bestehen schien, konnten einige weitere Ergebnisse über die Dauer und die Temperaturabhängigkeit des Puppenstadiums ge-

Tabelle 16

Dauer der Puppenruhe des Mulmbockkäfers bei 20° und 28°, letztes Larvengewicht und Käfergröße

Temperatur °	Letztes Larvengewicht g	Dauer der „Vorpuppenzeit" Tage	Dauer der Puppenruhe Tage	Geschlecht der Käfer	Größe der Käfer mm
20	> 8.5	?	25—26	♂	47
20	7,54	?	25	♀	44
20	4,58	17	26	♀	—
20	4,31	13	24	♀	—
20	4,29	13	25	♀	—
20	3,60	> 7	27	♀	37
20	1,03	11	26	♂	23
28	8,76	9	12	♂	46
28	8,73	7	14	♀	45
28	6,94	?	13	♂	41
28	4,70	7	14	♂	39

wonnen werden, die — im 1. Teil nicht mehr anfügbar — eines Nachtrags wert sind. In der Gefangenschaft verpuppte Larven, deren Weiterentwicklung durch das Glas der Zuchtgefäße ohne Störung beobachtet werden konnte, hatten eine Puppenruhe von der in Tabelle 16 zusammengestellten Zeitdauer.

Danach dauerte die Puppenruhe bei 20° im Durchschnitt rd. 25 bis 26 Tage, bei 28° im Durchschnitt 13 Tage. Die „Vorpuppenzeit" beträgt bei 20° mindestens 13, bei 28° mindestens 7 Tage.

Eine dauernde Temperatur von 28° erschien seinerzeit für die aus dem Freiland beschafften Puppen schädlich. Wiederholt traten anscheinend Disharmonien bei den Umbildungsvorgängen ein, die dann auch zu Mißbildungen führten oder ein richtiges Schlüpfen der Käfer unmöglich machten. Nur in den letzten Tagen vor dem Schlüpfen konnten auch die aus dem Freiland gebrachten Puppen dauernd bei 28° gehalten werden, wenn die Luftfeuchtigkeit mäßig war. Bei den obengenannten, bereits auch im Larvenstadium dauernd bei 28° gehaltenen Tieren erfolgte Entwicklung und Schlüpfen der Käfer in allen Fällen ohne eine feststellbare Beeinträchtigung.

VII. Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Gestalt und Färbung, Verhalten und Lebensweise, Fraßbild und Kot der Mulmbocklarven werden beschrieben und gegebenenfalls abgebildet. Angaben über ihre wirtschaftliche Bedeutung als Holzschädling enthält der 1. Teil der Arbeit.

2. Die Larvenentwicklung verläuft bei 30 ... 31° am raschesten. Ein recht weiter Bereich von etwa 24 ... 32° ist für die Entwicklung günstig. Die untere Grenze liegt etwas höher als für Hausbocklarven, die obere Grenze ungefähr bei 37°. Wechselnde Temperatur ergab eine geringere Larvensterblichkeit als gleichbleibende. *Ergates* gehört nach der für die Entwicklung günstigsten Wärme und der Vorzugstemperatur zu den wärmeliebendsten deutschen Insekten.

3. Das Feuchtigkeitsbedürfnis der Larven ist außerordentlich groß. Für Eilarven liegt die untere Entwicklungsgrenze bei ungefähr 75—80 % relativer Luftfeuchtigkeit (~ 14 % Holzfeuchtigkeit). Mit steigender Feuchtigkeit nimmt ihre Wachstumsgeschwindigkeit zu, ihre Sterblichkeit ab. Mit zunehmendem Alter sind die für ein Wachstum erforderlichen Feuchtigkeitsansprüche höher. Etwas ältere Larven haben eine untere Entwicklungsgrenze bei ungefähr 90 % relativer Luft- und ungefähr 20 % Holzfeuchtigkeit, noch größere Tiere bei 25 ... 30 % Holzfeuchtigkeit. Die für das Wachstum größerer Larven günstigste Bedingung liegt bei ungefähr 60 % Holzfeuchtigkeit; noch in sehr nassem Holz von 100 % Wassergehalt ist eine gewisse Entwicklung, wenn auch bei zunehmender Sterblichkeit, möglich.

4. Die Entwicklungsgeschwindigkeit der auf Nadelholz beschränkten *Ergates*-Larven hängt von ungleichmäßig im Stamminnern verteilten Stoffen ab. Doch ist das Nahrungsgefälle im Stamm für sie geringer als für die Hausbocklarven. Die zum Abbau der Zellulose fähigen Larven

können — wenigstens zeitweilig — bei ausschließlicher Zellulosenahrung etwas an Gewicht zunehmen.

5. Versuche mit Holzextraktionen und Zusätzen ergaben, daß Fette und Öle ohne Einfluß auf die Entwicklung sind, dagegen der Gehalt an Eiweißstoffen und leicht löslichen Kohlehydraten gemeinsam das Nahrungsgefälle im Stamm bedingen und das Larvenwachstum fördern. Glukose und Arabinose beschleunigten, Galaktose und Xylose hemmten als Zusatz die Larvenentwicklung. Eiweißzusatz allein wirkt in geringerem Maße begünstigend als auf Hausbocklarven.

6. Auf Grund vergleichender Untersuchungen wird auf eine Beteiligung der Hefesymbionten am Eiweißstoffwechsel holzfressender Käfer geschlossen.

7. Holzzerstörende Pilze, mit denen die *Ergates*-Larven stets vergesellschaftet auftreten, üben auf die jüngsten Larven anscheinend keine deutlich begünstigende Wirkung aus. Das Wachstum größerer Larven jedoch wird durch sie wesentlich gefördert. Die Anwesenheit holzzerstörender Pilze ist eine Voraussetzung ihrer im Verhältnis zur Größe raschen Entwicklung im natürlichen Biotop. Die einzelnen Pilzarten haben einen sehr verschiedenen Einfluß auf die *Ergates*-Larven. *Poria contigua* beschleunigt das Larvenwachstum in lebendem Zustand bedeutend stärker als nach Abtötung (im Trockenschrank bei 105°).

8. Für den Massenwechsel der Art sind Pilzkrankheiten und Nachstellungen durch Spechte, Füchse und Dachse von größerer, dagegen Parasiten, unter denen bisher nur *Xylonomus filiformis* Grav. und Assilidenarten bekannt geworden sind, von wahrscheinlich geringerer Bedeutung.

9. Über Temperaturabhängigkeit und Dauer der Puppenruhe werden in Ergänzung zum 1. Teil der Arbeit weitere Werte mitgeteilt.

Schrifttum

(Im wesentlichen zum 2. Teil der Arbeit. Das übrige Schrifttum ist im 1. Teil enthalten)

Becker, G., Zur Ernährungsphysiologie der Hausbockkäferlarven. Naturwiss. **26**. 462, 463 (1938).

— — Untersuchungen über die Ernährungsphysiologie der Hausbockkäfer-Larven. Z. vergl. Physiol. **29**, 315—388 (1942).

— — Beobachtungen und experimentelle Untersuchungen zur Kenntnis des Mulmbockkäfers (*Ergates faber* L.). Z. angew. Entomol. **29**, H. 1, 1—30 (1942).

— — Ökologische und physiologische Untersuchungen über die holzzerstörenden Larven von *Anobium punctatum* De Geer. Z. Morphol. u. Ökol. d. Tiere **39**, 98—152 (1942).

— — Zur Ökologie und Physiologie holzzerstörender Käfer. Z. angew. Entomol. **30**, H. 1, 104—118 (1943).

— — Neuere Forschungsergebnisse über holzzerstörende Insekten. Mitt. d. D. Ges. f. Holzforschung. (Im Druck.)

Beeson, C. and Bhatia, B., On the biology of the Cerambycidae (*Coleopt.*). Indian Forest Res. (N. S.) **5**, No. 1, 1—235 (1939).

Buchner, P., Tier und Pflanze in intrazellularer Symbiose. Berlin 1921.

Campbell, W. and St. Bryant, A chemical study of the bearing of decay by *Phellinus cryptarum* Karst. and other fungi on the destruction of wood by the death-watch beetle (*Xestobium rufovillosum* De G.). Biochemic. J. **34**, 1404—1414 (1940).

Fröbrich, G., Untersuchungen über Vitaminbedarf und Wachstumsfaktoren bei Insekten. Z. vergl. Physiol. **27**, 335—383 (1939).

Heitz, E., Über intrazellulare Symbiose bei holzfressenden Käferlarven. I. Z. Morphol. u. Ökol. d. Tiere **7**, 279—305 (1927).

Herter, K., Über den Temperatursinn von Vorratsschädlingen. Mitt. Ges. f. Vorratsschutz. 1942/43.

Kaltenbach, J., Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insekten. Stuttgart 1874.

Koch, A., Symbionten und Vitamine. Naturwiss. **21**, 543 (1938).

Michel, E., Beiträge zur Kenntnis von *Lachmus* (*Pterochlorus roboris* L.), einer wichtigen Honigtauerzeugerin an der Eiche. Z. angew. Entomol. **29**, 244—281 (1942).

Offhaus, K., Der Einfluß von wachstumsfördernden Faktoren auf die Insektenentwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Phytohormone. Z. vergl. Physiol. **27**, 384—428 (1939).

Parkin, E., The digestive enzymes of some wood-boring beetle larvae. J. exper. Biol. **17**, 364—377 (1940).

Schanderl, H., Über die Assimilation des elementaren Stickstoffes der Luft durch die Hefesymbionten von *Rhagium inquisitor* L. Z. Morph. u. Ökol. d. Tiere **38**, H. 3, 526—533 (1942)

Schaufuss, C., Calwers Käferbuch Bd. II, S. 825. Stuttgart 1916.

Schlottke, E. und Becker, G., Verdauungsfermente im Darm der Hausbockkäfer-Larven. Biologia generalis **16**, 1—11 (1942).

Schomann, H., Die Symbiose der Bockkäfer. Z. Morph. u. Ökol. d. Tiere **32**, 542—612 (1937).

Schuch, K., Experimentelle Untersuchungen über den Nahrungswert von Kiefern- und Fichtenholz für die Larven des Hausbockkäfers (*Hylotrupes bajulus* L.). Z. Pflanzenkrankh. **47**, 572—582 (1937).

— — Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Feuchtigkeit auf das Wachstum der Hausbockkäfer-Larven. Z. angew. Entomol. **24**, 357 bis 366 (1937).

— — Zur Physiologie und Ökologie des Hausbockkäfers (*Hylotrupes bajulus* L.). Herausgeg. vom Verb. öff. Feuerversicherungsanst. in Deutschland. Berlin-Dahlem 1938.

Schulze, B., Mykologische Prüfung der Tropeneignung organischer Werkstoffe, insbesondere von Holz. Holz als Roh- und Werkstoff **5**, 345—350 (1942).

Schulze, B. und Becker, G., Larven von Mulmbock- und Rothalsbockkäfer zur Prüfung der insektentötenden Wirkung von Holzschutzmitteln. Holz als Roh- und Werkstoff **4**, 135—140 (1941).

Theden, G., Untersuchungen über die Feuchtigkeitsansprüche der wichtigsten in Gebäuden auftretenden Pilze. Angew. Bot. **23**, 189—253 (1941).

Zacher, F. und H. Foerster, Der Mulmbock, *Ergates faber* L. als Nutzholzschädling. Mitt. Ges. f. Vorratsschutz **14**, Nr. 1, S. 2—3 (1938).

Institut für Waldschutz, Eberswalde

Richtlinien zur Zucht von Termiten[1])

Von

Karl Gösswald

(Mit 19 Abbildungen)

Einleitung

Bei der Holzschutzforschung und Holzschutzmittelprüfung werden große Mengen von Versuchstieren gebraucht. Manche Aufgaben sind bisher aus Mangel am benötigten Tiermaterial gescheitert. Die Besorgung einer hinreichenden Zahl von Versuchstieren vom natürlichen Standort ist nicht immer möglich. Ferner sind die Versuche bei der Verwendung von Standortmaterial nicht gleichwertig und vielfach physiologisch nicht einwandfrei. Denn die Widerstandsfähigkeit der Versuchstiere ist von vorhergegangenen Entwicklungsbedingungen abhängig. Sogar die Disposition der Elterntiere kann mit bestimmend sein. Hinzu kommt die Möglichkeit des Parasitenbefalls von Standortmaterial sowie die Gefahr der Einschleppung von Bakteriosen, Mykosen, Milbenseuchen usf. Wenn nun im Hinblick auf die Schwierigkeiten, die sich bei Gebrauch von Standortmaterial ergeben, das Versuchsmaterial in einer Folge von Jahren im Laboratorium herangezogen wird, ist die Gefahr des Auftretens größerer Widerstandsunterschiede der Versuchstiere keineswegs beseitigt. Wie die Virulenz von Bakterien und Pilzarten der Einwirkung von Außenfaktoren unterworfen ist, so können auch in Insektenzuchten vom gleichen Ausgangmaterial im Laufe einiger Jahre Populationen mit verschieden ausgeprägter Fruchtbarkeit, Widerstandsfähigkeit und mit unterschiedlicher Angriffsmöglichkeit gegenüber vorgesetzten Materialien herangezogen werden. Nachdem die Zweckmäßigkeit einer allgemeinen Normierung der Mittelprüfmethoden auf physiologisch einwandfreier Grundlage feststeht, ist es angebracht, auch auf die Notwendigkeit einer Normierung der Zuchtmethoden von Standardversuchstieren hinzuweisen. Denn wenn die Versuchstiere nicht gleichwertig und somit nicht vergleichbar sind, entfällt die Voraussetzung für die Genauigkeit der Arbeiten.

[1]) Durchgeführt mit Unterstützung der deutschen Forschungsgemeinschaft.

Nachdem in einer früheren Mitteilung Methoden zur beschleunigten Heranzucht von Hausbockkäferlarven mitgeteilt wurden (1939), sei nun zur Heranzucht möglichst einheitlich veranlagter Termiten, und zwar der Art *Calotermes flavicollis*, ein Verfahren beschrieben, bei dessen Gebrauch die Versuchstiere unter genau kontrollierbaren, gleichbleibenden und leicht wiederholbaren Bedingungen gezüchtet werden können. Nach mehrjähriger Durchführung solcher Termitenzuchten in verschiedenen Laboratorien mittels der hier angebenen oder anderer Verfahren empfiehlt sich eine vergleichende Überprüfung der für die Versuche wichtigen Eigenschaften zusammen mit Freilandmaterial, um auf den richtigen Weg zur Vereinheitlichung der Massenzucht von Termiten zu gelangen.

Biologische und technische Vorversuche

Die Lebensweise der Art *Calotermes flavicollis* ist eingehend erforscht (vgl. z. B. GOETSCH 1942). Das Regenerationsvermögen aus kleinen Teilen des Termitenstaates zu einem vollwertigen, fortpflanzungsfähigen Volk ist besonders gut ausgebildet. Dadurch wird die Zucht wesentlich erleichtert. Bei den Ameisen ist es nur mit größtem technischen Aufwand möglich, aus abgesonderten Larven oder Puppen (= Nymphen der Termiten) ein Volk heranzuziehen, da bei den Hymenopteren diese Entwicklungsstadien für sich hilflos sind. Sie können, wenn sie nicht von Vollkerfen gepflegt und gefüttert werden, nur sehr mühsam durch künstliche Fütterung und Pflege zur Reife gebracht werden. Dagegen ist es bei den untersuchten Termiten gelungen, aus abgesonderten Larven und Nymphen sogenannte Ersatzgeschlechtstiere heranzuzüchten. Allerdings sind nicht alle Entwicklungsstadien gleich gut geeignet, wenn es darauf ankommt, in möglichst kurzer Zeit ein größeres Termitenvolk entstehen zu lassen. Jeweils 50 Stück eines Entwicklungsstadiums wurden zu einem Versuch zusammengestellt. Alle Tiere wurden auf das Vorhandensein der Cerci geprüft. Das für diese Versuche verwendete Kiefernholz war absichtlich unbehandelt. Als Versuchsraum dienten große Zwölferschalen (Münchener Hygrostaten) mit K_2SO_4 + H_2O bei 27° C. Sowohl das älteste Stadium VII (= 2. Nymphenstadium), wie das jüngste Stadium I hat ohne Mischung mit anderen Stadien kein positives Zuchtergebnis gezeitigt. Dagegen sind aus Zusammenstellungen von 50 Individuen des Stadiums VI (= 1. Nymphenstadium) Ersatz-♂ und Ersatz-♀ in der gleichen Zucht hervorgegangen, so daß die Grundlage zum Heranwachsen eines Termitenvolkes gegeben ist. Die übrigen Tiere gingen in dem abgeschlossenen Raum als Vollkerfe zugrunde, da sie hier nicht schwärmen konnten. Die Ersatzgeschlechtstiere blieben also allein übrig. Mittellarven und Altlarven erwiesen sich in den mit jeweils gleichaltrigen Entwicklungsstadien durchgeführten Versuchen am vorteilhaftesten zur Weiterzucht. Bei Zusammenstellungen mit je 25 Individuen zweier verschiedener Entwicklungsstufen wurden gute Erfolge erzielt bei Kombination

von Stadium II und IV, II und V, II und VI, desgleichen unter Austausch von II mit III oder IV. In den meisten Fällen paßten die Ersatzgeschlechtstiere paarweise zusammen. Manchmal war aber auch nur ein dunkler gefärbtes Weibchen ohne Partner zu finden, gelegentlich zwei Ersatz-♀ ohne Ersatz-♂, oder 2 Ersatz-♂ mit nur einem Ersatz-♀, bzw. 2 Ersatz-♀ mit nur einem Ersatz-♂. Eilarven gingen auch aus Zuchten hervor, in denen kein Ersatz-♂, sondern nur Ersatz-♀ festgestellt wurden, was jedoch deren zeitweises Vorhandensein nicht ausschließt. Die Versuche wurden außer an den zeitlich 10 Monate auseinanderliegenden Stichtagen nicht kontrolliert, da die mit dem Aufbrechen des Holzes verbundenen Störungen sich nachteilig auswirken. Die median gelegenen Styli (vgl. Abb. 5 rechts) sind im Imaginalstadium das Kennzeichen der Männchen. Im Entwicklungsalter sind diese Anhänge auch bei den weiblichen Individuen vorhanden, die weiblichen Ersatzgeschlechtstiere dagegen sind abgesehen von der auch beim Ersatz-♂ später in Erscheinung tretenden stärkeren Pigmentierung sehr einfach am Fehlen der Styli zu erkennen (vgl. Abb. 6b). Bei den sogenannten neotenischen Larven und Nymphen sind also die Styli der Weibchen bereits zurückgebildet.

In den *flavicollis*-Zuchten findet sich gelegentlich ein gewisser geringer Prozentsatz von Tieren, die in Kopfkapselbreite und Größe dem Stadium V entsprechen, jedoch den Eindruck erwecken, als seien sie nicht weiter entwicklungsfähig. Diese Individuen sind auffallend weiß, das Abdomen ist im Vergleich zu dem prallen Abdomen der Tiere, die sich weiterentwickeln, abgeplattet, zum Teil verkümmert und verkürzt. Zusammenstellungen solcher Individuen hatten keinen Zuchterfolg. Die Tiere blieben zwar bisher zum Teil 12 Monate am Leben, eine Umbildung zum Ersatzgeschlechtstier oder zum nächst höheren Entwicklungsstadium fand nicht statt, im Mittelprüfversuch zeigten sie sich wenig brauchbar.

Zusammenfassend ist es also möglich, aus präimaginalen Entwicklungsstadien, am besten in Mischpopulation von Mittel- und Altlarven, junge Termitenstaaten heranzuziehen, allerdings wachsen die *flavicollis* verhältnismäßig langsam zu einer größeren Zahl heran. Aus einem Ausgangsmaterial von insgesamt 50 Mittel-, Altlarven und Nymphen ergaben sich im Laufe eines Jahres durchschnittlich nur 300 Individuen. Mit zunehmender Größe des Staates wird jedoch dessen Wachstum mehr beschleunigt. *Calotermes flavicollis* gehört zu den individuenarmen Arten. Wie bei den Ameisen relativ individuenarme Arten ökologisch besonders widerstandsfähig sind (vgl. Gösswald 1932, 1938 und 1941), so ist auch *flavicollis* im Vergleich etwa zur produktiveren *Reticulitermes lucifugus* sehr viel widerstandsfähiger gegen nachteilige ökologische Faktoren. Hierüber wird eingehend in einer anderen Arbeit berichtet werden.

Eine Entwicklungsbeschleunigung ist möglich durch Imprägnierung des Holzes mit Diastase oder anderen Verdauungsfermenten,

doch bleibt der hierdurch zu erzielende Erfolg bei den Termiten hinter dem Ergebnis vom Hausbock (GÖSSWALD 1939a) zurück. Über Verdauungsfermente im Darm der Hausbockkäferlarven vgl. SCHLOTTKE und BECKER 1942. Über die vorteilhafte Wirkung von Verdauungsfermenten zur Dauermassenzucht von Kleidermotten vgl. GÖSSWALD 1937a.

Die Zucht junger Termitenstaaten mit jungen Männchen (späteren Königen) und Weibchen (späteren Königinnen) muß neben der Bildung von Staaten aus Ersatzgeschlechtstieren ebenfalls durchgeführt werden, da noch nicht feststeht, wie sich die Termitenzucht auf der Grundlage von Ersatzgeschlechtstieren in langer Generationenfolge auswirkt. Vollwertige imaginale Geschlechtstiere erhält man entweder zur Zeit der Imaginalreife aus den Stammzuchten. In diesem Fall muß man warten, bis die Tiere schwarmbereit sind und ihnen dann Gelegenheit zum Fliegen geben. Solche Zuchten lassen sich in der unten angegebenen Weise jährlich zu vielen Hunderten anlegen. Einige Beispiele seien herausgegriffen, um ein ungefähres Bild der Entstehung zu vermitteln. Eine am 1. August 1941 mit einem jungen entflügelten ♂ und ♀ angesetzte Zucht umfaßte am 9. Dezember 1942: 1 König, 1 Königin, 3 mittelgroße Soldaten, 50 Altlarven, 40 Mittellarven, 36 Junglarven u. 60 Eier. Ein weiteres, ebenfalls am 1. August 1941 angesetztes Termitenpaar hatte am 9. Dezember 1942 eine Nachkommenschaft von 3 mittleren Soldaten, dazu einem großen Soldaten mit weißem Kopf (vor der letzten Häutung), 55 Altlarven, 40 Mittellarven, 20 Junglarven, 56 Eier. — Ein am 5. September 1941 isoliertes junges Termitenpaar hatte am 6. Dezember 1942 folgende Nachkommen: 1 kleinen Soldat, 40 Altlarven, 20 Mittellarven, 15 Junglarven, 35 Eier. — Ein weiterer Befund eines am 16. September 1941 angesetzten Zuchtversuches wurde am 10. Dezember 1942 festgestellt: außer dem König und der Königin: 3 mittlere Soldaten, 80 Altlarven, 30 Mittellarven, 15 Junglarven, 25 Eier. — Nicht immer verläuft die Zucht gleich erfolgreich, wie folgende Beispiele zeigen: Am 23. August 1941 hatte ein ♂ und ein ♀ mit der Koloniegründung begonnen. Das Ergebnis war am 8. Dezember 1942: 1 kleiner Soldat, 1 Altlarve, 1 Mittellarve und 35 Eier. Die Nachkommenschaft eines am 5. September 1941 vereinigten jungen Termitenpaares bestand am 7. Dezember 1942 nur aus einen kleinen Soldaten, 1 Junglarve und 10 Eiern. Es ist wahrscheinlich, daß hier einige Larven und Eier aufgefressen worden sind. — In einigen Fällen sind die Geschlechtstiere gestorben, vielleicht infolge Verletzungen. Von einem am 4 August 1941 angesetzten jungen Termitenpaar war bereits am 8. November 1941 das eine Geschlechtstier tot, am 7. Dezember 1942 wurden ein Ersatzgeschlechtstier (♀), 50 Altlarven, 20 Mittellarven, 10 Junglarven und 25 Eier vorgefunden. In einem anderen Fall aus einer am 1. August 1941 angesetzten Zucht wurden am 8. Dezember 1942 ohne König oder Königin 3 Ersatzgeschlechtstiere, und zwar 3 ♂, sowie ein mittlerer Soldat, 10 Altlarven und 2 mittlere Larven ohne Eier festgestellt.

Von den aus jungen Geschlechtstieren und Larven zusammengestellten Kolonien entstanden schneller größere Staaten als aus einzelnen Termitenpaaren. Vor allem ist dieser Weg sicherer als nur mit Männchen und Weibchen. Quantitative Angaben über die relative Zahl der entwickelten und zugrunde gegangenen Versuchskolonien, deren Zahl sich ursprünglich auf 600 belief, können nicht geboten werden, da eine größere Zahl von Kolonien infolge Verwendens unreinen Gipses zugrunde gingen. So bildete sich unter der Einwirkung von Bakterien häufig Schwefelwasserstoff in derart starker Konzentration, daß die Tiere in den abgeschlossenen Tuben abgetötet wurden. Bei Verwendung von reinem Alabaster-Modelliergips zeigten sich keine nachteiligen Folgen des Abschlusses. Der Abschluß der Tuben mit lackierten Korken kann also nicht schuld sein, zumal unter diesen Bedingungen eine größere Zahl sehr guter Kolonien herangezogen wurden. Für viele ähnliche Fälle von Zusammenstellungen aus jeweils 1 ♂, 1 ♀ und 10 Mittel- und 10 Altlarven sei das Beispiel einer vom 16. September 1941 begonnenen Gründung erwähnt, die am 8. Dezember 1942 folgende Zusammensetzung aufwies: 1 ♂, 1 ♀, 1 großer Soldat, 3 mittlere Soldaten, 95 Altlarven, 70 Mittellarven, 30 Junglarven, 69 Eier. Besonders oft waren bei dieser Art von Koloniegründung die ursprünglichen Geschlechtstiere verloren gegangen und dafür Ersatzgeschlechtstiere nachgezogen worden.

Sicherer war der Erfolg bei der Verwendung alter, aus Stammzuchten beim Heraussuchen von Versuchstieren aufgefundener Geschlechtstiere. Eine am 16. September 1941 mit zwei jungen Geschlechtstieren und 20 Larven zusammengesetzte Zucht enthielt am 9. Dezember 1942 nach Verlust des ♂ und ♀ nur 1 Ersatz-♀, 1 großen Soldaten, 50 Altlarven, 30 Mittellarven, 15 Junglarven, 40 Eier. In einer anderen am 10. September 1941 in gleicher Weise begonnenen Zucht war der Befund am 9. Dezember 1942 folgender: 1 Ersatz-♀, 2 große Soldaten, 60 Altlaren, 40 Mittellarven, 20 Junglaren, 15 Eier. Eine am 16. September 1941 mit einem ♂, ♀ und 20 Larven gegründete Kolonie umfaßte am 8. Dezember 1942 ein Ersatz-♀, 3 mittlere Soldaten, 10 Altlarven, 40 Mittellarven, 40 Junglarven, 60 Eier. Schließlich sei noch das Beispiel eines am 18. September 1941 mit 1 ♂, 1 ♀ und 20 Larven begonnenen Staatengründung erwähnt, deren Ergebnis am 7. Dezember 1942 folgendes war: 1 Ersatz-♂, 1 Ersatz-♀, 2 mittlere Soldaten, 20 besonders große Altlarven, 15 Mittellarven, 15 Junglarven, 40 Eier. Manchmal werden mehr als zwei Ersatzgeschlechtstiere herangezogen, wie aus folgendem Beispiel hervorgeht: Am 15. September 1941 waren 1 ♂, 1 ♀ und 2 *flavicollis*-Larven zu einer kleinen Kolonie zusammengestellt worden. Am 10. Dezember 1942 wurden zunächst in einer abgesonderten Kammer 1 Ersatz-♂ und 1 Ersatz-♀ in Koloniegründung vollständig allein angetroffen. Der übrige zu dieser Zeit vorhandene Teil setzte sich aus einem Ersatz-♀, 2 Altlarven, 1 mittleren Soldat und 25 Eiern zusammen.

Für die Zusammenstellung größerer Zuchten durch Vereinigung von jungen bzw. alten Geschlechtstieren mit Larven ist wichtigste Voraussetzung die Verträglichkeit der untersuchten Termitenart. Bei den meisten Ameisenarten würden derartige Zuchten an der Unduldsamkeit der Arbeiterinnen gegen fremde Königinnen scheitern. Während die bisher erwähnten kleinen Kolonien in Standtuben (s. unten) gegründet werden können, deren Holzinhalt bei 27 °C etwa $1^1/_2$ Jahre als Nahrung ausreicht, finden größere Koloniegründungen von Anbeginn in entsprechend umfangreichen Holzscheiben statt (vgl. S 306), die auf einige Jahre den Nahrungsbedarf decken. Am 15. Oktober 1941 wurde nach dieser Zuchtmethode 1 ♂, 1 ♀ und 50 Larven von *Cal. flavicollis* zusammengesetzt, und zwar in Kiefernholz, das mit Diastase imprägniert war. Am 12. Dezember 1942 wurden in dem Holz, das erst sehr wenig verbraucht war, 1 ♂, 1 ♀, 4 große Soldaten, 90 Altlarven, 130 Mittellaren, 55 Junglarven und 110 Eier festgestellt.

Diese wenigen Beispiele sollten einen Einblick vermitteln in die Entwicklungsfähigkeiten von *flavicollis*, die somit als außerordentlich vielseitig gekennzeichnet sind. Besonders wichtig ist für die Ausnutzung dieser Fähigkeiten zur Massenzucht die Kenntnis der physiologischen Bedürfnisse, vor allem hinsichtlich Einwirkung von Temperatur und Feuchtigkeit sowie Ernährung. Hierüber wird jedoch in einer anderen Arbeit berichtet werden, während im folgenden unter Zugrundelegung von Ergebnissen umfangreicher ökologisch-physiologischer Untersuchungen die Technik der Zuchtmethoden beschrieben wird.

Methode und Zucht

Zur Zucht von Termiten werden verschiedene Wege beschritten, angefangen von der Kleinzucht, zur Mittel- und Massenzucht und Fortführung von Zuchtstämmen. Ferner wird auf Sicherungseinrichtungen Bezug genommen. Auf diese Weise sollen alle sich im Verlauf der Termitenuntersuchungen bietenden Gelegenheiten zur Neuanlage von Zuchten ausgewertet werden. Für Versuche und Prüfungen ist es mitunter wichtig, auch über viele kleine, aber alle Kasten und Entwicklungsstadien umfassende Kolonien zu verfügen, nicht nur über große Stammzuchten.

Die Zucht kleiner Kolonien kann in Standtuben, die in (Abb. 1) dargestellt sind, durchgeführt werden. Die Tuben haben eine Höhe von 100 mm, Durchmesser von 40 mm, Stärke des Glases 1,5 mm. Im Korken vermittelt eine Glasröhre von 1 mm lichter Weite den Luftaustausch. Die Zuchten haben sich aber auch in vollständig abgeschlossenen Tuben gut entwickelt. Die Termiten sind gegen Kohlensäureanreicherungen sehr widerstandsfähig. Auf der Innenfläche und seitlich ist der Korken mehrfach mit gutem Lackanstrich versehen, um ein Durchbeißen der Tiere zu behindern. Gleichwohl müssen die Zuchten gesichert und überwacht

Abb. 1. Standtube für Heranzucht kleiner Termitenkolonien

Abb. 2. Brutofen mit jungen Termitenzuchten

werden, da die Termiten an Stellen, wo sie ihre flüssigen und breiigen Ausscheidungen ablagern, nach einiger Zeit auch sehr hartes Material

durchdringen. Zur Konstanthaltung der Feuchtigkeit dient Gips, der den Boden und eine Seiteninnenfläche der Tube bis zum Korken in geringer Höhe 2—5 mm bedeckt. Die Feuchtigkeit des Gipses reicht bei 27° C im Brutofen etwa ein halbes Jahr. Wenn der Ofen vollgefüllt ist mit mehreren hundert solcher Zuchttuben, so daß die Umgebungsfeuchtigkeit verhältnismäßig hoch ist, braucht der Gips nach $1\,^1/_2$ Jahren noch nicht wieder befeuchtet zu werden. Die für die Termitenzucht verwendeten Brutöfen (nach LAUTENSCHLÄGER-München vgl. Abb. 2) besitzen Lüftungsanlagen. Als Nahrung dienen den Termiten zwei etwa gleichgroße in die Tuben passenden Holz-

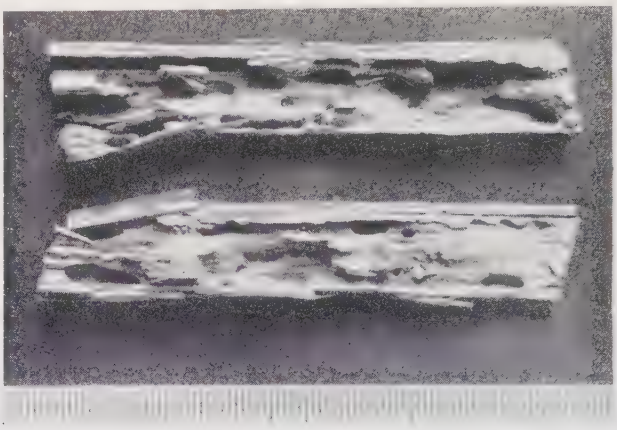


Abb. 3. Kiefernholzstückchen (mit Diastase imprägniert) in dem eine kleine, anfänglich aus einem jungen ♂ und ♀, zu Versuchsende außer den Geschlechtstieren aus 50 Altlarven, 30 Mittellarven, 17 Junglarven und 36 Eiern bestehende Kolonie von *Calotermes flavicollis* ein Jahr lang gefressen hatte. Die Fraßgänge verlaufen entlang den Jahresringen

Abb. 4a. Fraßstück aus dem Korken einer Zuchttube, in dem die Termiten eingedrungen waren. Die Fraßgänge wie in Abb. 3, von einer jungen *Calotermes flavicollis*-Kolonie stammend, verlaufen unregelmäßig, da hier keine härteren Schichten die Nagetätigkeit hindern

Abb. 4 b. Rechts Unterseite, links Oberseite der Korken. Die Einfraßstellen auf der weißlackierten Unterseite sind mit Kittmaterial verschmiert

stückchen. Eines davon stammt aus Abfallholz von alten Termitenzuchten, hier herein werden die Termiten gesetzt. Das andere Holzstückchen ist einige Jahre abgelagertes Kiefernholz, das im Vakuum mit einer Aufschwemmung von Diastase und Wasser (1 Vol. Diastase, 20 Vol. Wasser) getränkt worden war. Um den Termiten das Eindringen zu erleichtern, ist dieses Holzstückchen an 6 Stellen angebohrt. Die Tränkung mit Diastase erleichtert und beschleunigt die Entwicklung, sie ist aber nicht nötig. Die Termiten entwickeln sich auch in unbehandeltem Kiefernholz sehr gut. Die beiden Holzklötzchen werden nach dem Einsetzen der Termiten mit Zellstoff umwickelt und in die Tube gesteckt. Die Tuben werden mit den Korken fest verschlossen. Zur Unterscheidung der Geschlechtstiere dienen die

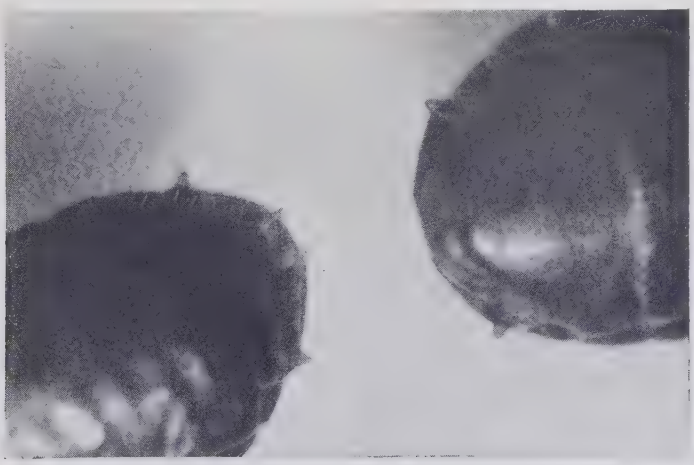


Abb. 5. Unterscheidungsmerkmale von ♂ und ♀. In der Abbildung rechts die medianen Styli des ♂, die beim ♀ (Abb. links) fehlen

Abb. 5 und 6. Die Tuben werden, wie S. 300 erwähnt, entweder nur mit einem Termitenpaar besetzt oder wie S. 301 angegeben, außerdem noch mit insgesamt 20 Mittel- und Altlarven.

Mittelgroße Zuchten werden in größeren Holzscheiben in folgender Weise angelegt. Die Imprägnierung des Holzes erfolgt wie oben mit Diastase. Das Holz wird für die Zucht verwendet, nachdem es wieder lufttrocken ist. Um den Termiten in der Übergangszeit des Eingewöhnens im neuen Zuchtraum das Einfressen in das Holz zu erleichtern, wird dieses an einigen Stellen angebohrt. Als Zuchtraum dienen Batteriegläser mit Spezialdeckeln. Das in Abb. 7 dargestellte Zuchtglas ist 30 cm hoch, 17 cm breit, auch niedrigere Batteriegläser von 25 cm Höhe finden Verwendung. Der dichtaufsitzende Glasdeckel hat in der Mitte ein Loch von 6 cm Durchmesser. Darüber ist zur Durchlüftung feinste nicht rostende Metallgaze gut aufgekittet. Der Kittrand wird mit Lack überstrichen. Zur Feuchthaltung dient hier wieder Gips. Die Holzscheibe wird in die 2 cm hohe, noch weiche Gipsschicht eingedrückt. Nach dem Erhärten des Gipses können die Termiten auf die Holzscheibe gesetzt werden. Sie nagen sich hier bald ein und schließen sich nach außen mit Nagsel und Kot ab. Das Gedeihen der Brut ist an Kotanhäufungen zu erkennen (vgl. Abb. 8). Auf die Lüftungslöcher werden entsprechend große Zellstoffplättchen aufgelegt. Die trockenen Zellstoffplättchen werden täglich mit frischgewässerten ausgewechselt. Zur leichteren Handhabung ist der Zellstoff in Glasbatistscheiben eingenäht. Die Termiten bauen in besonders gut feuchtgehaltenen Zuchten Galerien (Abb. 9) und

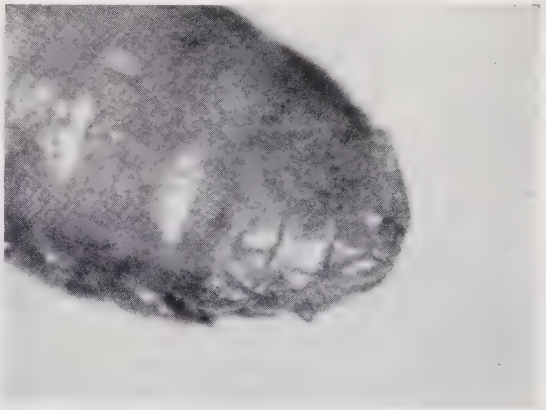


Abb. 6a. Unterscheidungsmerkmal wie in Abb. 5 bei Ersatzgeschlechtstieren. ♂ mit Styli

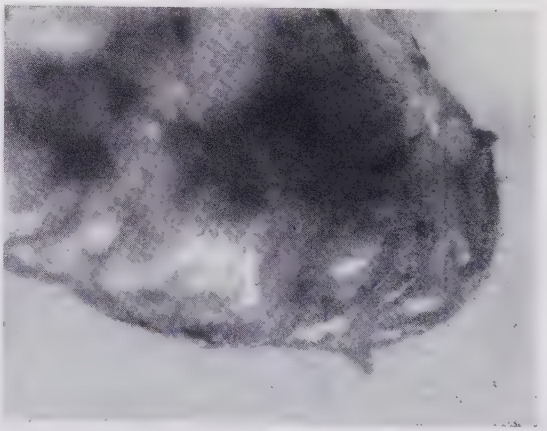


Abb. 6b. ♀ ohne Styli

Türmchen (Abb. 10) Die an sich in feuchterem Substrat lebende *Reticulitermes lucifugus* neigt mehr zum Galerien- und Türmchenbau als *Calotermes flavicollis*. Die vorimaginalen Entwicklungsstadien können nicht am Glas hochsteigen, sondern nur mittels des auffallenden Galeriebaues nach oben gelangen. Gleichwohl ist Vorsicht geboten, vor allem zur Schwärmzeit der geflügelten Tiere, die am Glas hinauflaufen können. Sicherungsmaßnahmen werden S. 313 beschrieben.

Abb. 7. Batterieglas für die Aufnahme größerer Zuchten

Die Massenzuchten bzw. Stammzuchten werden in Glasaquarien mit 35 cm Länge, 23 cm Breite und 26 cm Höhe durchgeführt. Der Boden ist wieder 2 cm hoch mit Gips bedeckt. Darüber werden die mit Termiten befallenen Hölzer aufgeschichtet bis zwei Finger breit unter den Glasdeckel. Auch besonders große bis auf etwa 2000 Individuen

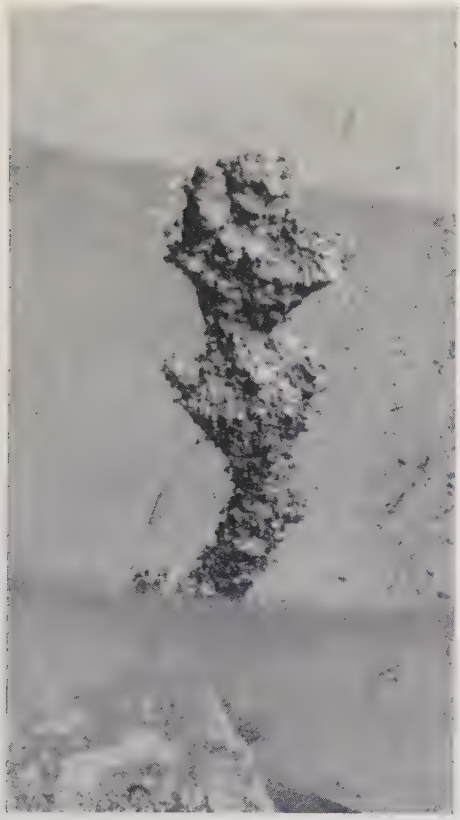
Abb. 8. Kotstückchen von *Calotermes flavicollis*, vergrößert

a b

Abb. 9a. Galerienbau einer im Januar 1940 angelegten Zucht von *Calotermes flavicollis* im Mai 1941. Aus der Zeitangabe ist die zunehmende Verlängerung der Galerie zu verfolgen

Abb. 9b. Galerienbau der gleichen Zucht wie in Abb. 9a am 21. Dezember 1942 von der Glasseite aufgenommen in natürlicher Größe. Die alten Galerien sind abgebaut. In der neuen, später noch stark erweiterten Galerie sind zu sehen: oben 2 Soldaten, Mitte 2 schwarmbereite geflügelte Tiere, links davon 4 Altlarven, darunter 1 Soldat, nach unten Larven. Einige Tiere sind ausgeflogen und haben bereits die Flügel abgeworfen, von denen 2 rechts am Glas haften

heranwachsenden Zuchten können, wie bei den Batteriegläsern angegeben, in den Glasaquarien angelegt werden. Solche Glasaquarien habe ich früher (1940) als Zuchtbehälter für Ameisen beschrieben. Der Deckel ist mit fünf 6 cm weiten Löchern versehen, die mit feinster Metallgaze abgedichtet sind (vgl. Abb. 11). Der Gips muß ständig feucht gehalten werden. Wenn bei übereinandergeschichtetem Holz nur die unteren Schichten hinreichend feucht sind, wandern die Termiten aus dem zu trockenen oberen Holz nach unten ab. Um dies zu verhindern, wird auch hier von oben her Feuchtigkeit geboten, und zwar mittels der feuchten in Glasbatist eingenähten Zellstoffplättchen, die auf die Lüftungslöcher der Batterie- und Glasaquariendeckel gelegt werden. Bei trockener Umgebungsluft müssen die tagsüber ausgetrockneten Plättchen mit gewässerten



c

d

Abb. 9c. Die gleiche Galerie wie in Abb. 9b von der Außenseite (= Innenseite des Glases) aufgenommen
Abb. 9d. Kleinere Galerie aus der gleichen Zucht am 21. Dezember 1942 mit ausschwärmenden geflügelten Termiten

ausgetauscht werden. Zu hohe, tropfbare Feuchtigkeit, also Feuchtigkeitsübersättigung, ist jedoch in den Zuchten zu meiden. In solchen Fällen wird die Befeuchtung einige Tage bzw. Wochen unterbrochen. Immerhin ist die Bildung von nicht insektizidem Pilzwuchs noch das bei weitem kleinere Übel im Vergleich zur Austrocknung. Krankheiten und Seuchen sind bisher bei den Zuchten mit Gips als Unterlage nicht aufgetreten. Wie Versuche gezeigt haben, sind gesunde Termiten, ähnlich wie andere in feuchtem Substrat lebende Tiere (vgl. Gösswald 1938 b) widerstandsfähig z. B. gegen den insektentötenden Pilz *Beauveria bassiana* Bals. (Vuill.). Aus toten Termiten ist ein Pilz, der *Aspergillus flavus* nahesteht (vgl. Abb. 12), fast regelmäßig herausgewachsen. Ich halte diesen Pilz jedoch nicht für eine primäre Todesursache, sondern höchstens für einen Schwächeparasiten. Das regelmäßige Auswachsen aus abgestorbenen Termiten könnte den Gedanken eines regelmäßigen, jedoch nicht schädigenden

Abb. 10. Türmchenbau in einer 1941 angelegten Zucht von *Calotermes flavicollis* am 21. Dezember 1942. Die hier zum Teil abgebrochenen Türmchen können frei in die Luft ragend eine Höhe von 20 cm erreichen

Vorkommens in gesunden Termiten nahelegen. Diesbezügliche Untersuchungen stehen noch aus.

Ektoparasitische Milben sind gelegentlich in größerer Zahl aufgetreten, aber auch vorwiegend an schwächeren Tieren. Stark vermilbte isolierte Zuchten haben sich weiter entwickelt. Nach einem Jahr waren bei guter Pflege der Termitendie Milben verschwunden.

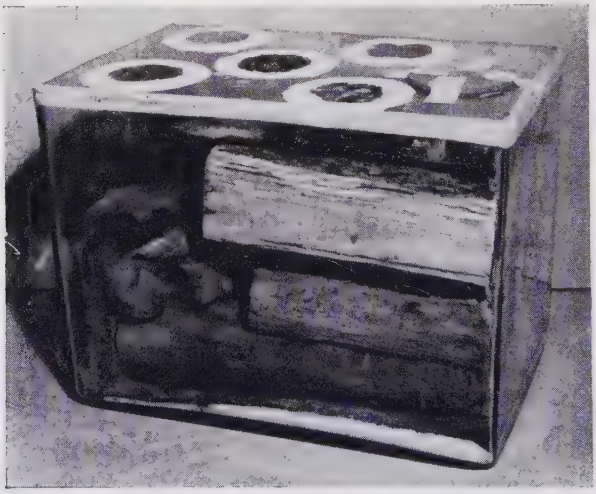


Abb. 11. Zuchtbehälter für umfangreiche Termitenmassenzuchten. Auf die der Lüftung dienenden Löcher im Deckel sind Phosphorbronzegazeplättchen gut aufgekittet, die Kittstellen sind mit Lack überstrichen. Auf die Lüftungslöcher werden entsprechend große Zellstoffplättchen aufgelegt, die zwecks leichterentäglichen Austausches mit frisch gewässerten Plättchen in Glasbatist eingenäht sind

Bei der Anlage von Zuchten aus eingeschicktem Material ist darauf zu achten, daß keine Ameisen, Spinnen oder Tausendfüßer eingeschleppt werden, von denen die Termiten dezimiert werden. Wegen der Einbürgerungsgefahr von Milben in den Zuchten hat sich die Verwendung von Erde, als Unterlage für das Holz, nicht bewährt. Auch mit sterilisierter Erde wur-

den wegen der geringeren Feuchtigkeitskapazität nicht so gute Erfolge erzielt wie mit Gips. Die Zugabe von Kot und Schmutz aus alten jedoch seuchenfreien Zuchten ist eher nützlich als schädlich. Die Pflege der Zuchten erstreckt sich auf Konstanthaltung der Feuchtigkeit (Gips und Zellstoffbelag), gelegentliches Umlagern des Holzes und Reinigen des Gipsbelages bei besonders starker Verschmutzung, ferner Ergänzung ausgefressenen Holzes durch frisches. Die geflügelten Tiere werden zur Schwärmzeit vorsichtig, so daß sie nicht entkommen können, abgesammelt. Ein Insektensaugrohr (Abb. vgl. Gösswald 1937 b, S. 212) leistet hierbei gute Dienste. Für die Weiterzucht können jedoch nur schwarmbereite, also dorsoventral abgeplattete Imagines Verwendung finden. Die im Holz befindlichen Geflügelten mit vollem rundlichem Abdomen haben noch nicht die nötige Reife. Am zweckmäßigsten ist es, nur solche Imagines zur Weiterzucht zu verwenden, die bereits das Holz zwecks Ausschwärmens verlassen haben. Die derart gewonnenen Vollkerfe läßt man in einem Aquarium, wie bereits beschrieben, fliegen, und zwar in einem hellen Raum. Erst nach dem Flug sind die Geschlechtstiere bekanntlich zum natürlichen Abbrechen der Flügel und zur Weiterentwicklung zum vollwertigen Geschlechtstier befähigt. Auf Unterscheidungsmerkmale und auf das Ansetzen junger Zuchten wurde bereits S. 305 Bezug genommen.

Abb. 12. Ein *Aspergillus flavus* nahestehender Pilz, der fast regelmäßig aus abgestorbenen Termiten auswächst

Sicherungsmaßnahmen

Die Termiten finden als wärmebedürftige Insekten in der gemäßigten Zone unter natürlichen Verhältnissen keine Existenzgrundlagen, aber es ist zu bedenken, daß an vielen Orten der Mensch durch Anlage von dauernd unterhaltenen Zentralheizungen künstliches Tropenkleinklima geschaffen hat, das für die Entwicklung vor allem von weniger feuchtigkeitsbedürftigen *Calotermes*-Arten ausreicht. Vor mehreren Jahrzehnten sind tropische Ameisenarten eingeschleppt worden, z. B. die Pharao-Ameise *Monomorium pharaonis* und die argentinische Ameise *Iridomyrmex humilis*, die sich besonders in Großstädten in erschrecklicher Weise ausbreiten und nicht nur eine wirtschaftliche, sondern zugleich gesundheitliche Gefahr darstellen (vgl. Gösswald 1938 c und 1939 b). Über die

Möglichkeit der Einschleppung von Termiten gibt eine Mitteilung von WEIDNER (1942) Auskunft: „Neue Funde von Termiten in anderen Häusern derselben Straße Pilatus-pool lassen nun keinen Zweifel mehr, daß sich diese Termite in Hamburg eingebürgert hat." WEIDNER stellte u. a. eine Termitenkolonie im Holzwerk des Fensters einer Untergeschoßwohnung fest. Bei einem anderen Haus wurden zahlreiche Tiere in der Erde des Splitterschutzes gefunden, das Holz war schon sehr stark zerstört. Schließlich wurde eine individuenreiche Kolonie aus dem Holzwerk des Fensters einer Obergeschoßwohnung beseitigt. Andere Funde reichen bis vor das Jahr 1937 zurück. Wenn auch die Gefahr nicht übertrieben werden soll, so ist doch auf jeden Fall Vorsicht geboten. Die Termitenzuchten und Prüfungen müssen gegen das Entkommen der Tiere doppelt gesichert sein. In den Zuchten ist als Maßstab der Sicherheit die Verhinderung des Entkommens von geflügelten Tieren anzulegen. Alle Behälter müssen in sich sicher abgeschlossen und außerdem von einer zweiten, wenn möglich dritten Sicherung umgeben sein. Die zur Heranzucht kleiner Kolonien dienenden Standtuben, sind zunächst durch den Lackschutzanstrich der Korken bis zu einem gewissen Grad gegen das Entkommen der Termiten gesichert. Dann stehen die Standtuben in wassergefüllten Wannen (gleiche Größe wie im Termitenzuchtschrank), um ein Überlaufen etwa entkommener Termiten auf andere Versuche zu hindern. Der Brutofen selbst ist noch einmal durch dichtschließende Glastüren und darüber noch mit Metalltüren gesichert. Auf die Sicherung etwa vorhandener Lüftungs- und Abflußanlagen ist besonders zu achten. Geflügelte Imagines, auf die besonderes Augenmerk zu richten wäre, sind in diesen kleinen Zuchten zunächst nicht zu erwarten. — In Abständen von 8 bis 14 Tagen wird das Wasser in den Wannen erneuert, jeden Monat sind die Korken zu kontrollieren und nötigenfalls zu ersetzen. Die Holzklötzchen werden vierteljährlich geprüft, ob sie noch für längere Zeit hinreichend Nahrung bieten. Stark ausgefressene Holzstückchen fühlen sich hohl an. Zuchten in derart verbrauchtem Holz werden, wenn sie nicht anderen Zwecken dienen, rechtzeitig in die in Batteriegläsern zu haltenden mittelstarken Kolonien übergeführt. Solange die Termiten genügend zu fressen haben und die Zuchtverhältnisse optimal sind, besonders hinsichtlich der Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnisse, ist die Gefahr des Entweichens weniger groß.

Die mittelgroßen, in den Batteriegläsern, befindlichen Zuchten werden auf folgende Weise gesichert. Zunächst sind die Deckel gut aufgepaßt, so daß ein Entkommen der Termiten zwischen Glas und Deckel ausgeschlossen ist. Der Deckel wird in seiner Lage durch vier gleichmäßig verteilte Leukoplaststreifen festgehalten. Besonderes Gewicht ist auf das dichte Aufliegen der Metallgaze über dem Loch des Deckels zu legen. Hierzu wurden verschiedene Kittsubstanzen ausprobiert: Metallfix, Siegellack, Plastelin, Glaserkitt. Eine Schwierigkeit entsteht dadurch, daß die Metallgaze mit feuchtem Zellstoff bedeckt werden muß. Die meisten Kitt-

und Klebsubstanzen lösen sich unter der Einwirkung der Feuchtigkeit von der glatten Unterlage los. Am besten hat sich auf die Dauer guter Glaserkitt bewährt, wenn er nicht zu sparsam verwendet wurde. Gegen den Einfluß des Wassers wird der Kitt, nachdem er gut angetrocknet ist, einige Male mit Decklack bestrichen. Derart gesicherte Zuchten haben bisher (2 Jahre lang) zuverlässig gehalten. Gleichwohl werden auch diese Zuchten noch auf andere Weise zusätzlich gesichert Die Gläser stehen in stets wassergefüllten Zinkblechwannen oder Emaillewannen. Die Zinkblechwannen sind außen mit weißem und innen mit grauem Decklack mehrfach bestrichen. Die Wannen selbst stehen noch in abgeschlossenen Kammern eines unten beschriebenen Termitenzuchtschrankes. Bei den zur Aufnahme der Massenzuchten dienenden Glasaquariengläsern ist ebenfalls ein dichtes lückenloses Aufliegen der Deckel unbedingt erforderlich. Der aufgeschliffene Deckel wird auf allen Seiten durch Leukoplast-Querstreifen in der Lage festgehalten. Auf die 5 im Deckel befindlichen Lüftungslöcher sind, wie bei dem Batterieglasdeckel angegeben, Metallgazescheiben (Eisen gut verzinkt), Phosphorbronze oder Messinggewebe aufgekittet. Auch diese Zuchtbehälter stehen in den lackierten Zinkblechwannen, die wiederum stets mit Wasser gefüllt sind. Die Zinkblechwannen haben eine Länge von 55 cm, Breite von 45 und Höhe von 10 cm. Diese Wannen füllen gerade die Bodenfläche einer Kammer des in Abb. 13 dargestellten Termitenzuchtschrankes aus. In die nach unten aufklappbaren Türen, ferner in die Seiten- und Rückenwände ist zur besseren Durchlüftung feinste nichtrostende Metallgaze eingesetzt. Die Holzteile sind innen und außen mit Decklack mehrfach gestrichen, um den Termiten das Einnagen in das Holz zu erschweren. Alle etwa im Holz vorhandenen Spalten werden mit Kitt abgedichtet und mit Lacküberzogen. Vorteilhafter als Holz wäre Metall oder ein termitenfester Werkstoff, da immerhin die Gefahr besteht, daß nicht gut abgelagertes Holz unter der Einwirkung hoher Temperatur feine Risse bekommt, durch die die Termiten einen Ausgang finden. Jede Kammer ist für sich

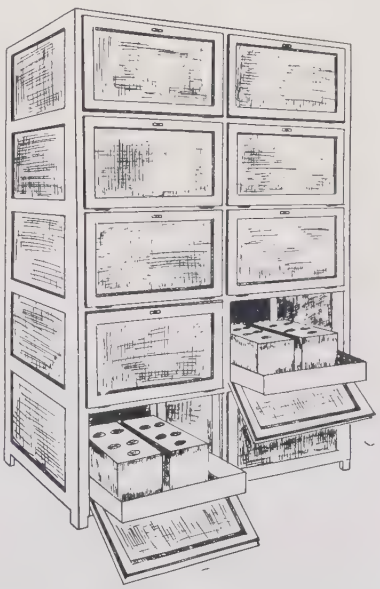


Abb. 13. Termitenzuchtschrank. Die im Bild schraffiert dargestellten Flächen bestehen aus engstmaschiger, verzinkter Metallgaze. Rückenwand und Querwand (innen) sind in gleicher Weise gebaut. Die aus Holz (besser wäre Metall) bestehenden Bodendecken und Rahmenteile sind mit Speziallack überzogen. Jede Kammer ist verschließbar. Die Zuchtbehälter stehen in wassergefüllten Zinkblechwannen, die ebenfalls lackiert sind. Maße vgl. Text
gez.: URSULA HARTWIG

Abb. 14. Blechwanne als Sicherheitseinrichtung beim Arbeiten mit Termiten

mittels Steckrundschlüssel verschließbar, damit die Sicherheit in allen Fällen gewahrt bleibt. Eine derartige Aufteilung in mehrere Einzelmassenzuchten ist aus biologischen und technischen Gründen zweckmäßiger als eine einzige entsprechend große Zucht. Ein in Abb. 13 dargestellter Termitenzuchtschrank, dessen Kosten rund 240 RM betragen, nimmt 20 Massenzuchten in Aquariengläsern bzw. 60 mittelgroße Zuchten in Batteriegläsern auf. Hierfür wird ein Platz von 127 cm Breite, 230 cm Höhe und 55 cm Tiefe benötigt. Der Raum kann durch einen elektrischen Ofen mit Thermoregulator gleichmäßig auf die gewünschte Temperatur gebracht werden. Mit 4 solchen ständig vollbesetzten Termitenzuchtschränken läßt sich ein Verbrauch von täglich 500 Termiten der Art *Calotermes flavicollis* decken. Besondere Vorsicht ist auch beim Herausnehmen der Termiten aus dem Holz geboten. Eine hierfür gebräuchliche Sicherheitseinrichtung ist in Abb. 14 dargestellt. Beim Spalten des Holzes und Herausnehmen der Tiere könnte es trotz aller Vorsicht geschehen, daß eine Termite abspringt. Daher die doppelte Sicherung durch Blechwannen auf dem Tisch und am Boden. Das verbrauchte kleingespaltene Holz, aus dem die Termiten ausgesucht sind, wird nicht bis zum Verbrennen bei nächster Gelegenheit aufgehoben, sondern sofort sterilisiert. Ebenso werden Fraßstücke, die von den Termiten befallen worden sind, vor Versand oder Aufbewahrung in Sammlungen entwest.

Schluß

Auf Grund vorbereitender Versuche über die Lebensverhältnisse von Termiten, besonders über die verschiedenen Wege der Entstehung junger Termitenstaaten, werden Methoden zur Zucht von Termiten beschrieben. Die Entwicklungsmöglichkeiten junger, vollwertiger Kolonien aus isolierten Larven und Nymphen verschiedenen Alters werden besonders besprochen. Die Zuchten gehen aus von a) jungen Geschlechtstieren, b) alten, aus den Stammzuchten gewonnenen Geschlechtstieren, c) Ersatzgeschlechtstieren. Außer auf die Zuchtvorgänge und Zuchteinrichtungen wird auf Sicherungsmaßnahmen für die Zuchten und für das Arbeiten mit den Termiten Bezug genommen.

Wenn bereits jetzt nach dreijähriger Arbeit mit Termiten Methoden der Zucht bekannt gegeben werden, so geschieht dies, um mehrere, dringend an mich gerichtete Wünsche zu erfüllen und um mittels einer physiologisch einwandfreien Termitenzucht den Grund zu legen zur Bearbeitung der zahlreichen den Holzschutz und Werkstoffschutz betreffenden Probleme, nicht zuletzt um die Möglichkeit zu einem umfangreichen Studium dieser interessanten staatenbildenden Insekten zu bieten. Sicher sind noch viele Verbesserungen in der Durchführung der Zucht möglich. Über die Methoden von Mittelprüfungen habe ich in anderen Arbeiten berichtet (1942 u. 1943 a, b).

Schrifttum

Gösswald, K. (1932), Ökologische Studien über die Ameisenfauna des mittleren Maingebietes. Zeitschr. wiss. Zool. **142**, 1—156.

— — (1937 a), Richtlinien zur Dauermassenzucht der Kleidermotte *Tineola biselliella* Hum. Mitteilungen der biologischen Reichsanstalt Land- u. Forstwirtschaft Berlin-Dahlem Nr. **55**, 205—208.

— — (1940), Die Massenzucht von Königinnen der roten Waldameise im Laboratorium Mitteil. Forstwirtsch. u. Forstwiss. 283—291.

— — (1937 b), Methoden zur Untersuchung von Ameisenbekämpfungsmitteln A Fraßgifte. Mitteil. Biolog. Reichsanst. Land- u. Forstwirtsch. Berlin-Dahlem Nr. **55**, 209—243.

— — (1938 a), Über den Einfluß von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen. I. Die Lebensdauer ökologisch verschiedener Ameisenarten unter dem Einfluß bestimmter Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Zeitschr. wiss. Zool. **151**, 337—381.

— — (1938 b), Über den insektentötenden Pilz *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Bisher Bekanntes und eigene Versuche. Arbeiten Biol. Reichsanst., Land- u. Forstwirtsch. **22**, 399—452.

— — (1938 c), Über die hygienische Bedeutung der Ameisen. Zeitschr. Hygien. Zool. **30**, 202—213 u. 264—269.

— — (1939 a), Richtlinien zur beschleunigten Heranzucht von Larven des Hausbockes *Hylotrupes bajulus* L. Nachrichtenblatt Deutsch. Pflanzenschutzdienst Nr. 3.

— — (1939 b), Über die Pharao-Ameise *Monomorium pharaonis* L. und ihre Bekämpfung. Zeitschr. Hygien. Zool. **31**, 129—149 u. 161—172.

— — (1941), Über den Einfluß von verschiedener Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Lebensäußerungen der Ameisen. II. Über den Feuchtigkeitssinn ökologisch

verschiedener Ameisenarten und seine Beziehungen zur Wohn- u. Lebensweise. Zeitschr. wiss. Zool. **154**, 247—344.

— — (1942), Einiges über die Zucht von Termiten und die Prüfung von Materialien auf Termitenfestigkeit. Der praktische Desinfektor **34**, 37—39 u. 47—50.

— — (1943 a), Methoden der Untersuchung von Termitenbekämpfungsmitteln. A. Prüfung von Materialien auf Termitenfestigkeit. Kolonialforstl. Mitt. **5**, 343—377.

— — (1943 b), Zur Prüfung von Vorbeugungs- und Bekämpfungsmitteln gegen Termiten. (Erscheint im Anzeiger für Schädlingskunde.)

Goetsch, W. (1942), Wie entsteht ein Termitenstaat? Natur und Volk **72**, 3—10.

Schlottke, E. und Becker, G. (1942), Verdauungsfermente im Darm der Hausbockkäfer-Larven. Biologia Generalis **16**, 1—11.

Weidner (1942), Weitere Funde von *Reticulitermes flavipes* Koll. in Hamburg. Bombus. Hamburg Nr. 20, Januar.

Soeben erschien:

MONOGRAPHIEN ZUR ANGEWANDTEN ENTOMOLOGIE NR. 15

Die Nonne in Ostpreußen

(1933–1937)

Freilandstudien der Waldstation für Schädlingsbekämpfung in Jagdhaus Rominten

Unter Mitwirkung zahlreicher Kameraden bearbeitet und herausgegeben

von Forstmeister **Gustav Wellenstein**

Dr. rer. nat., Dr. der Forstwissenschaften
Revierverwalter des Forstamtes Breitenheide und Leiter der Forstschutzstelle Ost

Mit 222 Abb., 7 Karten und 4 farb. Tafeln / 698 Seiten / 1942 / Brosch. RM. 64,–

Aus dem Inhalt:

Wellenstein, G., Die Bearbeitung der ostpreußischen Nonnenvermehrung (1933—1937) durch die Waldstation für Schädlingsbekämpfung in Jagdhaus Rominten. — Fischer, H., Die Massenvermehrung der Nonne in den Staatsforsten des Regierungsbezirkes Gumbinnen 1897–1902. — Mors, H., Die Entwicklung der Nonne im Freiland unter besonderer Berücksichtigung des Klimas und der Fraßpflanze. — Mitscherlich, H., und Wellenstein, G., Die Nonne an Früh- und Spättreiberformen der Fichte. — Mors, H., Aktivität und Fraß der Nonnenraupe in den verschiedenen Jahren ihrer Massenvermehrung. — Mors, H., Der Nonnenfalter während einer Massenvermehrung. — Wellenstein, G., Zum Massenwechsel der Nonne. — v. Finck, E., Untersuchungen über die Lebensweise der Tachine Parasetigena segregata Rond. in der Rominter Heide (1935) sowie einige Beobachtungen über Schlupfwespen. — Niklas, O.-F., Zum Massenwechsel der Tachine Parasetigena segregata Rond. in der Rominter Heide. — Niklas, O.-F., Die Lebensweise der Raupenfliege Parasetigena segregata Rond. in der Rominter Heide im Hinblick auf eine biologische Bekämpfung der Nonne. — Niklas, O.-F., Schlupfwespen und Nonne in der Rominter Heide 1933—1936. — Steinfatt, O., Die Beziehungen zwischen Vogelwelt und Nonne in der Rominter Heide anläßlich der letzten Massenvermehrung. — Wellenstein, G., Überwachung der Nonne und Vorhersage ihrer Massenvermehrung. — Mors, H., Untersuchungen zur Nonnenprognose Wellensteins und die Bedeutung gradologischer Merkmale. — Wellenstein, G., Vier Jahre Nonnenbekämpfung in Ostpreußen. — Reier, J., Die Entwicklung der Flugzeugbekämpfung in technischer Hinsicht. — Wellenstein, G., Zur Frage der Kennzeichnung von Flugfeldern bei der Forstbestäubung. — Niklas, O.-F., Die Wirkung der Nonnenbegiftung auf die Kerbtierwelt. — Steinfatt, O., und Wellenstein, G., Folgeerscheinungen der Giftbestäubung auf die höheren Tiere und die Pflanzenwelt.

Diese grundlegende und umfassende Monographie über die Nonne, ihre Lebensweise, Entwicklung, Massenvermehrung, Überwachung und Bekämpfung ist der Arbeitsniederschlag der bisher größten temporären Beobachtungsstation in Rominten aus der Zeit der Nonnenkalamität 1933—1937. Sie bildet zugleich die Darstellung einer Insektengradation und ihrer Bekämpfung, wie sie nach Umfang und Geschlossenheit bisher in der Geschichte der Forstentomologie noch nicht zu verzeichnen war.

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN SW 11 / HEDEMANNSTRASSE 28/30

Monographien zur angewandten Entomologie

Lieferbar sind folgende Hefte:

2. **Die gemeine Stechfliege.** Von Prof. Dr. J. Wilhelmi. 28 Abbildungen. 110 Seiten. 1917. Brosch. RM. 3,—
4. **Studien über Nashornkäfer als Schädlinge der Kokospalme.** Von Prof. Dr. Karl Friederichs. Mit 20 Tafeln und 1 Karte. 116 Seiten. 1919. RM. 4,—
5. **Biologie und Bekämpfung der deutschen Schabe.** Von Dr. Johann Wille. Mit 53 Textabbildungen und 2 Tafeln. 140 Seiten. 1920. Broschiert RM. 3,50
6. **Die Schmarotzerwespen.** Schlupfwespen als Parasiten. Von Prof. Dr. F. Stellwaag. Mit 37 Textabbildungen. 100 Seiten. 1921. Brosch. RM. 3,—
7. **Die Grundlagen für den Anbau reblauswiderstandsfähiger Unterlagsreben.** Von Prof. Dr. F. Stellwaag. 88 Seiten. 1924. Brosch. RM. 5,—
8. **Die innere Therapie der Pflanzen.** Von Dr. Adolf Müller, Frankfurt a. M. Mit 29 Abb., 24 Tabellen und 3 graph. Darstellungen. 206 S. 1926. Brosch. RM. 15,—
9. **Der Maikäfer.** Von Dr. F. Zweigelt. Mit 12 farbigen Verbreitungskarten und 7 Skizzen. 453 Seiten. 1928. Brosch. RM. 28,—
11. **Blattlausgallen.** (Tetraneura- und Schizoneuragallen.) Von Dr. F. Zweigelt. Mit 155 Textabbildungen und 5 Tafeln. 684 Seiten. 1931. Brosch. RM. 52,—
12. **Der Schwammspinner** in Euroasien, Afrika und Neuengland. Von Dr. Karl Schedl. Mit 95 Abbildungen und 26 Tabellen. 242 Seiten. 1936. Brosch. RM. 16,—
13. **Der Kornkäfer.** Biologie und Bekämpfung. Von Prof. Dr. K. Th. Andersen. Mit 36 Abbildungen und 1 Tafel. 108 Seiten. 1938. Brosch. RM. 6.50
14. **Beiträge zur Biologie und Bekämpfung wichtiger Ölfruchtschädlinge.** (Ceutorrhynchus assimilis Payk. und Meligethes aeneus Fbr.). Von Dr. Hubertus A. von Weiß. Mit 54 Abbildungen. 131 Seiten. 1940. Brosch. RM. 12,—
15. **Die Nonne in Ostpreußen (1933—1937).** Freilandstudien der Waldstation für Schädlingsbekämpfung in Jagdhaus Rominten. Herausgegeben von Forstmeister Dr. Gustav Wellenstein. Mit 222 Abbildungen, 7 Karten und 4 farbigen Tafeln. 698 Seiten. 1942. Brosch. RM. 64,—

Flugschriften der Deutschen Gesellschaft für angew. Entomologie

1. **Beiträge zu einer Biologie der Kleiderlaus.** Von Prof. Dr. A. Hase. Mit 47 Textabbildungen. 95 Seiten. 1915. Brosch. RM. 2,70
2. **Die Zukunft der deutschen Bienenzucht.** Von Prof. Dr. E. Zander. 2. Aufl. 69 Seiten. 1918. Brosch. RM. 1,80
3. **Die Maikäferbekämpfung im Bienwald.** Von Prof. Dr. K. Escherich. 27 Seiten. 1918. Brosch. RM. 0,70
4. **Die Bedingungen für das Gedeihen der Seidenzucht und deren volkswirtschaftliche Bedeutung.** Von Hofrat Joh. Bolle. Mit 34 Textabbildungen. 51 Seiten. 1916. Brosch. RM. 1,80
5. **Zeitgemäße Bienenzucht.** Von Prof. Dr. Enoch Zander, Erlangen. Heft I. **Bienenwohnung und Bienenpflege.** 6. Aufl. 36 Abb. 48 S. 1944. Brosch. RM. 1,80
6. **Zeitgemäße Bienenzucht.** Von Prof. Dr. Enoch Zander, Erlangen. Heft II. **Zucht und Pflege der Bienenkönigin.** 6. Aufl. 40 Abb. 48 S. 1944. Brosch. RM. 2,—
7. **Die hygienische Bedeutung der angewandten Entomologie.** Von Prof. Dr. J. Wilhelmi. Mit 13 Textabbildungen. 27 Seiten. 1918. Brosch. RM. 1,60
8. **Der gegenwärtige Stand der Maikäferforschung.** Von Dr. F. Zweigelt. 40 Seiten. 1918. Brosch. RM. 1.35
9. **Anopheles und die Malaria.** Von Prof. Dr. H. Prell. Mit 8 Abbildungen. 61 Seiten. 1919. Brosch. RM. 2,85
10. **Die Baumweißlings-Kalamität und die Organisation zu ihrer Bekämpfung.** Von Dr. H. Lehmann. Mit 1 Karte u. 11 Abb. 31 S. 1922. RM. 0,90
11. **Der Gebrauch der Arsenmittel im deutschen Pflanzenschutz.** Von Prof. Dr. F. Stellwaag. 50 Seiten. 1926. Brosch. RM. 2,25
12. **Die Flugzeugbestäubung gegen Forstschädlinge.** Von Prof. Dr. K. Escherich. Mit 22 Textabbildungen. 60 Seiten. 1929. Brosch. RM. 3,15
13. **Gase in der Schädlingsbekämpfung.** Von Dr. H. W. Frickhinger. Mit 38 Textabbildungen. 87 Seiten. 1933. Brosch. RM. 4,50

VERLAG PAUL PAREY / BERLIN SW 11 / HEDEMANNSTRASSE 28/30
Druck von Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann) in Langensalza
Printed in Germany